

HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY



A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG LAPJA • 98. ÉVF. 4. SZÁM • 2018
HUNGARIAN JOURNAL OF HYDROLOGY • VOL 98. NO 4. • 2018





Hidrológiai Közlöny

A Magyar Hidrológiai Társaság lapja
Megjelenik háromhavonként

Főszerkesztő:

Fehér János

Szakszerkesztők:

Ács Éva

Konecsny Károly

Nagy László

Szerkesztőbizottság elnöke:

Szöllősi-Nagy András

Szerkesztőbizottság tagjai:

Ács Éva, Baranyai Gábor, Bezdán Mária,
Bíró Péter, Bíró Tibor, Bogárdi János,
Csörnyei Géza, Engi Zsuzsanna, Fehér János,
Fejér László, Fekete Balázs, Gampel
Tamás, Gayer József, Hajnal Géza, Ijjas
István, Istvánovics Vera, Józsa János,
Kling Zoltán, Konecsny Károly, Kovács
Sándor, Major Veronika, Melicz Zoltán,
Nagy László, Rákosi Judit, Rátty István,
Román Pál, Szabó János Adolf, Szilágyi
Ferenc, Szilágyi József, Szilávik Lajos,
Szolgay János, Szűcs Péter, Tamás János,
Vágás István, Vekerdy Zoltán

Kiadó:

Magyar Hidrológiai Társaság
1091 Budapest, Üllői út 25. IV. em.

Tel: +36-(1)-201-7655

Fax: +36-(1)-202-7244

Email: titkarsag@hidrologia.hu

Honlap: www.hidrologia.hu

A Kiadó képviselője: Szilávik Lajos, a Magyar Hidrológiai Társaság elnöke

Hirdetés:

Gampel Tamás, a Magyar Hidrológiai
Társaság főtájtára

1091 Budapest, Üllői út 25. IV. em.

Telefon: (1)-201-7655 Fax: (1)-202-7244

Email: fotitkar@hidrologia.hu

Indexed in:

Appl. Mech.; Rew. Chem.; Abstr.

Fluidex; Geotechn. Abstr.; Meteor /

Geostrophys. Abstr. Sei.; Water Res.

Abstr.

Index: 25374

HU ISSN 0018-1323

Tartalomjegyzék

ELŐSZÓ	3
--------------	---

SZAKCIKKEK

Kőrösi Csaba: Sorsfordító a fejlődésben – 1. rész: Válaszút előtt a világ	4
--	---

Szöllősi-Nagy András: Sorsfordító a fejlődésben – 2. rész: Válaszút előtt a világ vízgazdálkodása	9
--	---

Maller Márton: A tatai Fényes-források összes vízhozamának meghatározása	17
---	----

Imre Emőke és Firgi Tibor: A vízháztartási görbe talajmechanikai alkalmazása	24
---	----

TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP

Fejér László: Báró Orczy Lőrinczről	33
---	----

FÓRUM

Kugler Gyula: Mindenkit egyenlő eséllyel látunk el ivóvízzel?	34
---	----

Dulovics Dezsőné: Mit kell még tennünk, hogy hazánkban mindenkinek legyen méltányos szanitációja?	44
--	----

Szabó Iván: Integration, a key to sustainable development in water utility services	51
--	----

Tamás János, Juhász Csaba, Nagy Attila: Öntözés a prérin – Az ICID 69. Nemzetközi Konferenciája, Saskatoon, Kanada.....	59
--	----

TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP

Csima Péter: Vízvezetők, árkok és víztárnák Mikoviny Sámuel selmecbányai tervein	62
---	----

NEKROLÓG

Dr. Juhász József – Szilávik Lajos megemlékezése	67
Dr. Vágás István – Szilávik Lajos, Kozák Péter és Fejér László megemlékezése	68



Hungarian Journal of Hydrology

Journal of the Hungarian Hydrological Society
Published quarterly

Editor-in-Chief:

János FEHÉR

Assistant Editors:

Éva ÁCS

Károly KONECSNY

László NAGY

Editorial Board Chairman:

András SZÖLLŐSI-NAGY

Editorial Board Members:

Éva ÁCS, Gábor BARANYAI, Mária BEZDÁN, Péter BÍRÓ, Tibor BÍRÓ, János BOGÁRDI, Géza CSÖRNYEI, Zsuzsanna ENGI, János FEHÉR, László FEJÉR, Balázs FEKETE, Tamás GAMPEL, József GAYER, Géza HAJNAL, István IJAS, Vera ISTVÁNOVICS, János JÓZSA, Zoltán KLING, Károly KONECSNY, Sándor KOVÁCS, Veronika MAJOR, Zoltán MELICZ, László NAGY, Judit RÁKOSI, István RÁTKY, Pál ROMÁN, János Adolf SZABÓ, Ferenc SZILÁGYI, József SZILÁGYI, Lajos SZLÁVIK, János SZOLGAY, Péter SZÜCS, János TAMÁS, **István VÁGÁS**, Zoltán VEKERDY

Publisher:

Hungarian Hydrological Society
H-1091 Budapest, Üllői út 25., Hungary
Tel: +36-(1)-201-7655; Fax: +36-(1)-202-7244;
Email: titkarsag@hidrologia.hu
Web: www.hidrologia.hu

Represented by: Lajos SZLÁVIK, President
of the Hungarian Hydrological Society
Email: titkarsag@hidrologia.hu

Advertising:

Tamás GAMPEL, Secretary General of the
Hungarian Hydrological Society
H-1091 Budapest, Üllői út 25., Hungary
Phone: +36-(1)-201-7655. Fax: +36-(1)-202-7244
Email: fotitkar@hidrologia.hu

Indexed in:

Appl. Mech.; Rew. Chem.; Abstr. Flu-
idex.; Geotechn. Abstr.; Meteor / Geo-
astrophys. Abstr. Sei.; Water Res. Abstr.

Index: 25374

HU ISSN 0018-1323

Contents

FOREWORD	3
SCIENTIFIC PAPERS	
Csaba KÖRÖSI: Life changer in development - Part 1: The World is at the crossroads	4
András SZÖLLŐSI-NAGY: Life changer in development - Part 2: Water Management of the World at the crossroads	9
Márton MALLER: Determination of the total discharge of the Fényes-springs in Tata	17
Emőke IMRE and Tibor FIRGI: Applications of water retention curve in soil mechanics	24
HISTORICAL SNAPSHOT	
László FEJÉR: About Baron Lőrincz Orczy	33
FORUM	
Gyula KUGLER: Do we all have equal chances concerning drinking water supply?	34
Dezsőné DULOVICS: What should we do to ensure that everyone in our country has equitable sanitation?	44
Iván SZABÓ: Integration, a key to sustainable development in water utility services	51
János TAMÁS, Csaba JUHÁSZ, Attila NAGY: Irrigation on the prairie – Report on the 69 th International Conference of the ICID, Saskatoon, Canada	59
HISTORICAL SNAPSHOT	
Péter CSIMA: Water drains, ditches and water galleries in the Selmecbánya plans of Sámuel Mikoviny	62
OBITUARY	
Dr. József JUHÁSZ – Commemoration by Lajos Szilávik ...	67
Dr. István VÁGÁS – Commemoration by Lajos Szilávik, Péter Kozák, László Fejér	68

Előszó



A Magyar Hidrológiai Társaság XXXVI. Vándorgyűlése – melyet Gyula városában rendeztek meg 2018. július 4. és 6. között – kiemelt figyelmet szentelt az ENSZ tagállamok által elfogadott Fenntartható Fejlesztési Célok (SDG) között megfogalmazott vízzel kapcsolatos feladatoknak, valamint a hazai fenntartható vízgazdálkodás kihívásai megtárgyalására. Elsőként a Vándorgyűlés megnyitó plenáris ülésén elhangzott két bevezető előadás alapján készült, egymáshoz kapcsolódó két cikket közlünk.

Az első cikkben *Kőrösi Csaba*, a Köztársasági Elnöki Hivatal Környezeti Fenntarthatóság Igazgatósága igazgatója átfogóan mutatja be, hogy válaszünt elé került az emberiség, amennyiben meg kívánja őrizni a fenntartható fejlődés lehetőségét, a globális környezet állapotának lepszívítása nélkül. Cikkének fontos üzenete, hogy a 2015 szeptemberében New Yorkban elfogadott és többségében 2030-ra elérendő SDG-ket teljesíteni kell, máskülönben globális társadalmi és környezeti problémák elé néz az emberiség.

A kapcsolódó második cikkben *Szöllősi-Nagy András*, a Nemzeti Közszerológati Egyetem egyetemi tanára rámutat arra, hogy a népességdinamikai előrejelzések és a várható klímaváltozás tükrében a jelenlegi vízgazdálkodási gyakorlat nem tartható fenn a 21. században, és a víz lesz ezert századunk egyik legnagyobb, ha nem a legnagyobb kihívása – globálisan és várhatóan lokálisan is.

A Vándorgyűlés egy teljes szekciót szentelt a fenntartható fejlődési célok (SDG-k) és a hazai vízgazdálkodás kérdéskörének megvitatására. A Fórum rovatunkban a szekcióban elhangzott előadásokból készült két cikket közlünk. *Kugler Gyula*, a BAKONYKARSZT Víz- és Csatornamű Zrt. vezérigazgatója, a Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) alelnöke cikkében keres választ arra, vajon mindenkit egyenlő eséllyel látunk-e el ivóvízzel? A számos adattal és ábrával illusztrált cikkben a szerző összefoglalóként megállapítja, hogy „A címben megfogalmazott kérdésre egyértelmű válasz nem adható. Felhasználóink nagy részének, 98%-ának ivóvízhez jutása már jelenleg is biztosítva van. *Mennyiségi* szempontból megtehermenthető az esélyegyenlőség. *Minőség* tekintetében azonban számos feladat áll előttünk annak érdekében, hogy az igényelt vízminőséget és szolgáltatási minőséget biztosítani tudjuk. Ehhez első sorban pénz, másod sorban pedig szakember kell. A *megfizethetőség* kérdése alapvetően nem műszaki jellegű feladat, sokkal inkább politikai, gazdaság-politikai, társadalmi és szociális kérdés”.

Dulovics Dezsőné professor emerita cikkében képet ad arról mit kell még tennünk, hogy hazánkban mindenkinek legyen méltányos szanitációja. Kiemeli az *újrahasznosítás* fontosságát, a meglévő létesítmények fenntartható *rekonstrukcióját* és *intenzifikálását*, valamint a ≤ 2000 LE terhelésű *szennyvíz-agglomerációk* fenntartható szanitációjának megvalósítását.

Maller Márton a tatai Fényes-források összes vízhozamának meghatározására mutat be egy korszerűbb mérési technológiát.

Az *Imre Emőke*, *Firgi Tibor* szerzőpáros a telítetlen talajzóna oldattranszport modelljeinek egyik fontos fizikai egyenlete, a víztartási görbe alkalmazását mutatja be egy kontúrszivárgás modellezési példán keresztül is.

Szabályt erősítő kivételként angol nyelven közöljük *Szabó Iván* cikkét, amelyben elemzi a víziközmű szolgáltatók fenntartható fejlesztéséhez szükséges integrálódás kérdését. A cikk a szerző kérésére jelenik meg angol nyelven, a nemzetközi érdeklődést is kiváltható tartalma miatt.

A Debreceni Egyetem három tanára, *Tamás János* professzor, *Juhász Csaba* és *Nagy Attila* docensek az utóbbi években a hazai vízgazdálkodásban is fokozottabb figyelmet kapott öntözés területén szerzett kanadai tapasztalataikat mutatják be a Nemzetközi Öntözési és Vízrendezési Szövetség (ICID) 2018. augusztus 12-18 között megrendezte éves világkonferenciájára kapcsán.

A Történelmi pillanatkép rovatban *Csima Péter* Mikoviny Sámuel vízvezetők, árkokra és víztárnákra vonatkozó történelmi értéket képviselő terveit mutatja be, amelyek segítségével a 18. században a selmecbányai ércbányák és ércfeldolgozó üzemek gépeit vízenergiával tudták működtetni.

A közelmúltban elhunyt két kiemelkedő, emblematikus vízügyi személyiségről emlékezünk meg Nekrológ rovatban. Az életének 91. évében elhunyt *Juhász József* professzorról, az MHT korábbi elnökéről emlékezik meg *Szlávik Lajos* Társaságunk jelenlegi elnöke, méltatva elődje szakmai pályáját, oktatási tevékenységét és nem utolsósorban az MHT keretén belül végzett több évtizedes, máig ható munkásságát.

A Hidrológiai Közlöny szerkesztősége szomorúan közli a nekrológot *Vágás István* professzor elhunytá alkalmából, aki a műszaki tudomány doktora, c. egyetemi tanár, az MHT tiszteleti tagja és 57 éven át a Hidrológiai Közlöny szerkesztője, ill. főszerkesztője volt. *Szlávik Lajos*, *Kozák Péter* és *Fejér László* közös megemlékezésben méltatták Vágás professzor kiemelkedő szakmai munkásságát, mely kiterjedt az árvíz-, belvíz- és talajvízi hidrológia, csökutas-öntözés, ülepítés-technikai hidraulika, kisesésű folyók vízszínének természetes duzzasztása és süllyesztése, a matematikai analízis- és valószínűség-elmélet és az entrópia-elmélet eredményeire építő hidraulika területére.

Végezetül, az év végéhez közeledve a *Hidrológiai Közlöny* valamennyi olvasójának kívánok – szerkesztőbizottságunk tagjai nevében is – kellemes ünnepeket és sikereket, boldog, békés új esztendőt!

Dr. Fehér János
címzetes egyetemi tanár
a Hidrológiai Közlöny főszerkesztője

Sorsfordító a fejlődésben – 1. rész: Válaszút előtt a világ

Kőrösi Csaba

igazgató, Köztársasági Elnöki Hivatal Környezeti Fenntarthatóság Igazgatósága

Kivonat

A robbanásszerű globális népesség-növekedés, amely ugyan egyenlőtlenül jelentkezik a különböző régiókban, valamint a globálisan érvényesülő lineáris gazdasági modell a fenntartható fejlődés szempontjából a Föld egészére nézve több adósságot halmozott fel, mint amennyi értéket létrehoz. A cikk elemzi a felhalmozódó adósság alapproblémáját, a rohamosan pusztuló természeti erőforrások helyzetét, az antropocén kor társadalmi következményeit, valamint felvázolja milyen módon lehet a fenntarthatatlan fejlődési pályán módosítani, a romló folyamatokat visszafordítani.

Kulcsszavak

Romló természeti erőforrások, globális népesség-növekedési kihívások, fenntartható fejlődés kihívásai, fenntartható fejlődési célok.

Life changer in development - Part 1: The World is at the crossroads

Abstract

The explosive global population growth, which unequally manifests itself in different regions, and the globally applied linear economic model has accumulated more debt than the value it generates for sustainable development across the globe. The paper analyses the underlying problem of accumulation of debt, the situation of rapidly degrading natural resources, the social consequences of the anthropocene age, and outlines how to adjust unsustainable development paths and reverse the deteriorating processes.

Keywords

Deteriorating natural resources, global population growth challenges, sustainable development challenges, sustainable development goals.

MI IS AZ ALAPPROBLÉMA?

Miért beszélünk arról, hogy szükség van egy fenntartó fejlődési fordulatra, általában egy fejlődési fordulatra? A jelenlegi fejlődési pályánk globális szinten már több adósságot halmoz fel, mint amennyi értéket jelenleg létrehoz. Ez egy nagyon súlyos, nagyon fenyegető állítás. Ezt szeretném kifejezni ebben a cikkemben.

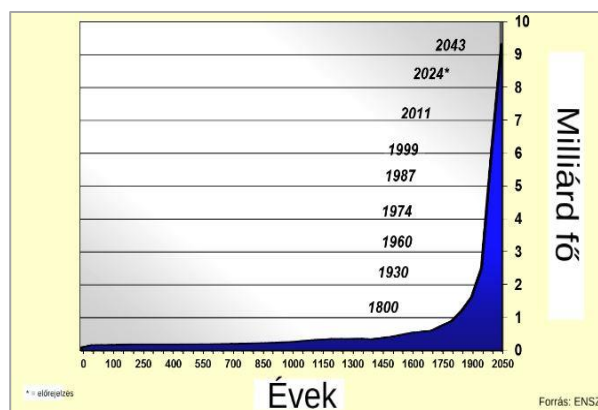
Miért és hogyan történik ez? A rövidség kedvéért két elemre fogok most koncentrálni, két olyan hajtóerőre, ami ezt a meglehetősen veszélyes folyamatot jelenleg mozgásban tartja, és amin el kell gondolkodnunk, hogy hogyan fogjuk tudni megváltoztatni.

Az egyik a globális népesség-növekedés, ennek a robbanása. Tudjuk, hogy nem minden országra jellemző. Nálunk éppen ellenkező a probléma. Ma 7,7 milliárdnyian élünk a Földön. Évente 130 millióval, tehát 13 Magyarországnival szaporodik az emberiség létszáma. 2030-ra 8,3 milliárdnyian leszünk, és 2050-re a legóvatosabb számítások szerint 9,8 milliárdnyian. Ezzel együtt meglehetősen gyorsan növekszik a középosztály létszáma, ami azt jelenti, hogy a jelenleg követett fogyasztási szokásaink a mainál is sokkal jobban igénybe fogják venni a természeti erőforrásokat.

A legnagyobb növekedés, ez a plusz hozadék a létszámban, azokban az országokban várható, ahol már most is túlhasználták a természeti erőforrások. A következő országokban fogjuk látni a legnagyobb növekedést: India, Indonézia, Etiópia, Nigéria, Egyesült Államok, Pakisztán és Banglades.

A másik ilyen probléma, ami hajtja ezt a nem fenntartható növekedést, az a jelenlegi lineáris gazdasági modellünk. Ezt az utóbbi 200-250 év alatt alakítottuk ki. Ez a

„termeld ki, gyártsd le, használd, dobd el”. És minél gyorsabban tudjuk ezt csinálni a mai rendszerben, annál nagyobb értéket hozunk létre - a mai számítások szerinti rendben, és annál nagyobb gazdagságot halmozunk fel. De ennek értelemszerűen az az ára, hogy az igénybe vett természeti erőforrások mennyisége is exponenciálisan növekszik, és ugyanilyen mértékben gyorsul a folyamat végén kidobott, hulladéknak tekintett anyagmennyiség. Ezzel egyetlenegy probléma van: a természet soha nem gyártott hulladékot. Mi most gyártjuk, és a természet pedig nem tud vele mit kezdeni.



1. ábra. A világ népessége

Figure 1. World population

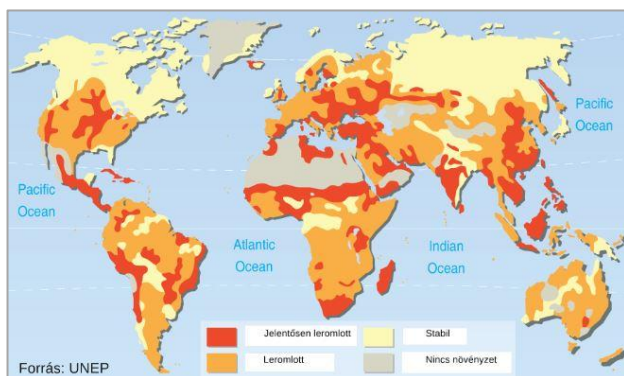
HOGY NÉZ KI A NAGY KÉP A TERMÉSZETI ERŐFORRÁSOK OLDALÁRÓL?

A vízválság elkezdődött. Korábban helyi vagy regionális problémának tekintettük a vízválságot. De egy globális értékláncokba szerveződött gazdaság esetében egy helyi probléma – a gazdaságot megrázó vízprobléma – napokon-heteken belül tízezer kilométer sugarú körben tudja

éreztetni a hatását. Szintén éreztetni tudja a hatását egy hónapon belül a katasztrófa által kiváltott tömeges nép-vándorlás.

Ma körülbelül 2,5 milliárd ember, azaz a világ népességének 36%-a él vízhiányos régióban. Ezeken a területeken állítják elő a globális GDP 20%-át. 2025-re – tehát innentől számítva 7 éven belül – körülbelül az emberiség kétharmada fog olyan területen élni, ahol valamilyen fokú vízhiányt érzékel, és ebből 1,8 milliárd súlyos vízhiánnyal fog szembenézni. 2030-ra az összes vízigény és a rendelkezésre álló édesvíz mennyisége – hacsak nem térünk le a mai használati útról – 40 %-os különbséget fog mutatni. 2050-re pedig a népességnek több mint fele, és az akkori gabonatermelés szintén több mint fele súlyos vízhiánnyal fog küzdeni. Ennek következtében, az ENSZ adatai szerint, csak vízügyi okok miatt 2050-re körülbelül 400 millió ember kényszerülhet a lakhelye elhagyására.

A másik ilyen súlyos, természeti erőforrással kapcsolatos probléma a termőtalajok gyors pusztulása (2. ábra). Évenként körülbelül 10 millió hektár termőtalajt veszítünk el. Hozzávetőlegesen ez az összes magyar mezőgazdasági terület másfélszerese, tehát évenként ennyi a veszteségünk. Csak ezen okokból – megint csak ENSZ adat – 2030-ig 50 millió ember kényszerülhet a lakóhelyének az elhagyására.



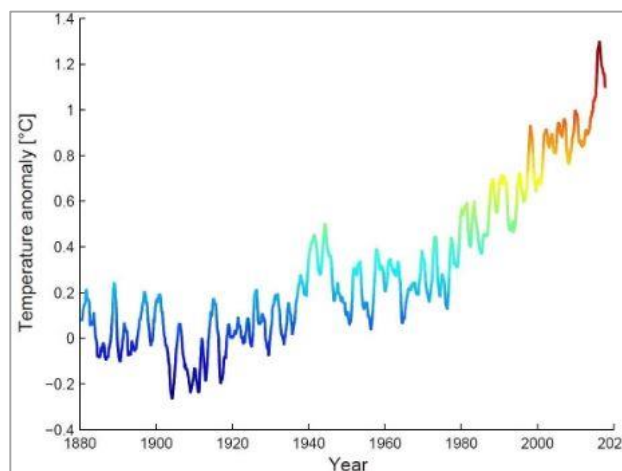
2. ábra. Termőföldek pusztulása
Figure 2. Destruction of farmland

Ezzel párhuzamosan zajlik a biodiverzitás gyors vesztesége. Miközben az elmúlt 25 évben 2 milliárd fővel lettünk mi, emberek többen a Földön, eközben emlősből, hüllőből, kétlábúból és halból 30%-kal lett kevesebb. Az édesvízi biodiverzitás ennek a másfélszeres ütemével csökkent. Hozzátenném, hogy az erdőborítottság csökkenése egészen riasztó: jelenleg ott tartunk, hogy évenként egy Olaszországnyi területtel csökken az erdőborítottság a Földön.

Ezzel párhuzamosan felgyorsulóban van a klímaváltozás, aminek legnagyobb tényezői mi vagyunk. A hőmérséklet emelkedésére és a klímára persze nyugodtan mondhatjuk, hogy mindig is változott. Ez tény és való, és mindig is fog változni, hiszen a klíma már csak ilyen. Az utóbbi 100 000 évben az éghajlat kilengései meglehetősen nagy amplitúdóval történtek. De szeretném felhívni a figyelmüket az utolsó 10 000 évre! Ezt egy korábban soha nem tapasztalt, viszonylagos stabil állapot jellemezte. Ez a stabilitás tette lehetővé a mezőgazdaság kialakulását a Földön,

és a letelepedett életmód kialakulását. Ha úgy tetszik, ez volt az édenkerti állapot. Ezt borítjuk most föl (3. ábra).

Ha tovább követjük ezt a hőmérsékleti grafikont, elindul fölfelé: az utóbbi 130 évben gyorsuló ütemben növekszik a Föld átlagos felszíni hőmérséklete. Annak érdekében, hogy ne menjünk túl egy bizonyos átbillenési ponton, hogy még kontrollálhatóak legyenek a létfeltételeink, azt mondja a tudomány, hogy 2 °C-nál nem szabad följebb engedni a globális átlaghőmérséklet-növekedést. Már jóval túl vagyunk a félúton.



3. ábra. A hőmérséklet anomália változása az elmúlt 130 évben
Figure 3. The change of temperature anomaly over the past 130 years

A bal oldalon az látható, hogy az utóbbi 60 évben körülbelül milyen mértékben szaporodott föl az üvegházhatású gázok az aránya a légkörben, a jobb oldalon pedig ezzel párhuzamosan hogyan növekedik a Föld felszíni átlaghőmérséklete. A bal oldali többé-kevésbé egyenesen, kicsit gyorsulva emelkedik, a jobb oldali pedig kiugrásokkal, de nagyjából az előbbi követi, mára talán még gyorsabb ütemet mutatva.

A lélektani határ a 400 ppm-nél volt (*ppm = parts per million, vagyis az egész milliomod része, megjegyzés: a Szerk.*). Ez azt mutatja, hogy a levegőben mennyi a szén-dioxid, illetve annak megfelelő arányban vett üvegházhatású gázoknak a mennyisége. Tehát 400-nál volt a lélektani határ. Az idei évben valószínűleg átlépjük a 410-et, és továbbra is gyorsuló ütemben emelkedik az üvegházhatású gázoknak az aránya a légkörben.

Az eddigiek alapján összességében el lehet mondani, hogy jelenleg a természeti erőforrások használatát figyelembe véve 1,7 bolygó erőforrásait használjuk időarányosan. Ez olyan, mint amikor a bankszámlámon lévő pénzt használok, de sokkal többet költök, mint amennyi a havi befizetésem. Tehát nemcsak a meglévő jövedelmemből (és a kamatokból) élek, hanem elkezdtem felélni az alaptőkét. A tőkét csak egy ideig lehet felélni, utána a bank szólni fog. És a bank már szól nekünk!

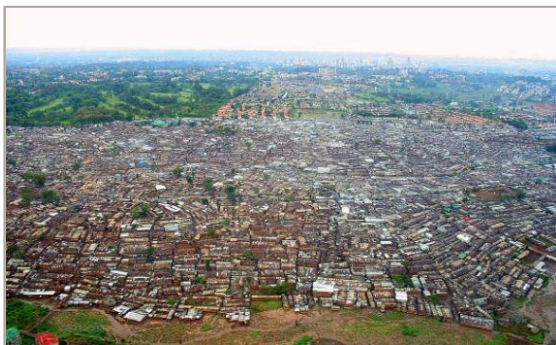
Szeretném üdvözölni Önöket az antropocén korszakban. Most tartunk ott, immár közel 40-50 éve, hogy a Föld sorsának meghatározására, a földi körülmények alakítására egyetlen egy élőlényfaj, az ember tevékenysége van a legnagyobb hatással.

MELYEK AZ ANTROPOCÉN KOR TÁRSADALMI KÖVETKEZMÉNYEI?

Az egyik, mikor túlhasználjuk az erőforrásokat, versenyzünk az erőforrásokért. Ha egy helyen már kritikusan kevés tartalékkal rendelkezünk, ez általában túlterheli egy adott közösség vagy társadalom konfliktustűrő- és kezelő képességeit. És egyre gyakrabban jutunk el olyan konfliktusokhoz, amelyek talán egyébként is lappanganak a társadalomban, de így egy nagy lökést kapnak. Nagyon sok társadalom ezt nem tudja kezelni.

Egy másik folyamat, amire szeretném felhívni a figyelmüket, az a tervezetlen urbanizáció. Amúgy is zajlik egy erős urbanizációs folyamat a Földön, de a legjobban aggasztó a tervezetlen urbanizáció. Ami nem azért zajlik, mert a városokban annyira jók a feltételek, annyira jók az infrastrukturális körülmények, annyi a munka és olyan erős a biztonság és a szolgáltatások kínálata, hogy odavonzza az embereket, hanem a vidék, a mezőgazdaság löki ki magából a gyorsan szaporodó népességet.

A világ legnagyobb bádoggvárosa látható a 4. ábrán. Nairobi mellett található, a lakossága körülbelül megegyezik Budapestével, s továbbra is gyorsan növekszik. El lehet képzelni, hogy aki ide bekerül, az nem biztos, hogy élete végéig itt fog maradni. Előbb-utóbb innen is elindulnak majd az emberek.



4. ábra. A világ legnagyobb bádoggvárosa, Kibera, Nairobi, Kenya
Figure 4. The world's largest tin city, Kibera, Nairobi, Kenya

A jelenlegi fejlődési modellünkben a társadalmi egyenlőtlenség mindenhol növekszik. Csak ott lehetett ezen fordítani, ahol nagyon erőteljes kormányzati beavatkozás történt: egy-két országban a Földön. Egyébként jelenleg ott tartunk, hogy a Földön 104 család birtokolja a javaknak a 45%-át. És a felső 1 % birtokolja a javaknak több mint 50%-át.

Ez nem csak azért kritikus, mert gyengíti a társadalmi szolidaritást, hanem közgazdasági értelemben is rendkívül nagy értékmennyiséget von ki a körforgásból, és ez már visszahúzza a gazdaságot. Eközben egyébként a Földön számos országban a humán fejlettségi index (HDI) elkezdett stagnálni, vagy éppen lefelé fordulni – akkor, amikor belépőben vagyunk a negyedik ipari forradalomba.

Mindezek okán, amit tapasztalunk: meglehetősen nagy az instabilitás, főleg a túlterhelt régiókban. Ezen instabilitás egyik levezetési formája a tömeges migráció. Amivel jelenleg szembenézünk, az egy rendszer-szerű válság, ami a legtörékenyebb közösségeket és a legtörékenyebb országokat sújtja a legjobban.

MI LEHET A MEGOLDÁS?

Egy fejlődési pályamódosítás. Nem a fejlődésről, és nem is a gazdasági növekedésről kell lemondanunk, hanem a fejlődés tartalmának a megváltoztatására van szükség. Hogy a fejlődésünket érintő kérdésekben olyan döntéseket hozzunk, amelyek sem a mai, mind a jövő nemzedékek számára nem veszik el a jövőbeli fejlődés lehetőségét és a döntési opciókat.

Ennek egyik elemét hadd emeljem csak ki: ezt úgy hívjuk, hogy körforgásos gazdaság – ez alternatívája a lineáris gazdaságnak. Nincs fizikai törvények által megszabott akadály annak, hogy a mai anyaghatékonyságot legalább 300%-kal emeljük a gazdasági tevékenységünkben. Nem egyszerű, nem is megy technológiai ugrás nélkül, nem megy újraszervezés és újraszabályozás nélkül, ezért valószínűleg nem alaptalanul hallhatják Önök is azt, hogy „*Nem kellene ezt ennyire bolygatni! Nem kell billegtetni a csónakot; van racionalitás abban, amit jelenleg csinálunk; a viszonylagos jólét megvan, a gazdasági növekedés zajlik; lehet, hogy nem mindenhol és nem mindenkinek egyformán, de azért elvagyunk, és sokáig elleszünk még; lehet, hogy ki is fogjuk nőni ezt a problémát!*” És akkor hivatkoznak a Kuznets-görbére (*A környezeti Kuznets-görbe fogalma a közgazdaságból ered, Simon Kuznets (közgazdasági Nobel-díj, 1971) „Economic Growth and Income Inequality” című munkájában megállapította, hogy a társadalomban a jövedelemegyenlőtlenség alakulása a nemzeti jövedelem függvényében kezdetben nő, de ha elér egy küszöbértéket, akkor ezek az egyenlőtlenségek csökkenni kezdenek. Megjegyzés: a Szerk.*).

De szeretnék két dolgot fölvetni Önöknek. Az egyik egy régi vita. Az 5. ábrában levő kép az 1850-es években készült az Egyesült Államok déli részén, egy gyapotföldön. Akkor az a közgazdaságilag is jól értelmezhető vita zajlott, hogy racionális dolog-e megszüntetni a rabszolgaságot? És az érvek jelentős része arról szólt, hogy a rabszolgaságot megszüntetni nem racionális, hiszen olcsóbb, meglehetősen nagy jövedelmet tud termelni, kiszámítható, régóta működik és még hosszútávon is működni fog, tehát nem kellene nagyon billegtetni a csónakot.



5. ábra. Gyapotföld az USA déli részén az 1850-es években
Figure 5. Cotton land in the south of the USA in the 1850s

Ma visszaneézve, természetesen már furcsa a kérdés fölvetés, mint ahogy 20 év múlva visszaneézve a mai felvetésre, hogy „*Szükség van-e, meg tudjuk-e csinálni a fenntartó fejlődési fordulatot?*” szerintem ugyanilyen anakronizmusnak fog tűnni.

Szeretnék most egy nagyon rövid kísérletet tenni Önökkel, ha megengedik! Megint csak arra vonatkozik, hogy meg tudjuk-e, meg akarjuk-e csinálni ezt a fordulatot? Kérek mindenkit, hogy tegye karba a kezét! Jó. Most tegyék le! És most még egyszer mindenki tegye karba a kezét! Most kérem, tegye föl a kezét az, aki egyszer az egyik, másszor a másik kezét tette felül! Egy, kettő, három, négy, tehát kevesen. Azok, akik mindkét alkalommal ugyanazt a kezüket tették felülre, kérem, hogy tegyék felülre a másik kezüket! Igen, ez várható volt. Kicsit kényelmetlen. Nem így szoktuk meg, nem biztos, hogy egyszerű a dolog, de meg lehet csinálni.

Mi ebből a tanulság, ebből a nagyon-nagyon rövid kísérletből? 1) A szokásokat át lehet alakítani, ha látjuk az értelmét. 2) Elsőre nem biztos, hogy megy. Kell egy kis átállás, és kell egy kis utánagondolás. Lehet, hogy kényelmetlen, de meg lehet szokni, és nem biztos, hogy rosszabb, mint az előző. Csak lássuk az értelmét!

AKKOR NÉZZÜK MEG, HOGY MI AZ A MEGOLDÁS, AMIVEL A VILÁG PRÓBÁLKOZIK?

40 évi vajúdas után, és kétévi tárgyalást követően az ENSZ-ben megállapodás született a 17 Fenntartó Fejlődési Célról, amely 17 területre lebontva határozza meg, hogy hol szeretnénk látni ezt a világot 2030-ra (6. ábra).



6. ábra. Az ENSZ által elfogadott fenntartható fejlődési célok
Figure 6. Sustainable Development Goals adopted by the United Nations

Csak nagyon röviden egy-két dolgot hadd említsek ebből! Ez egy integrált agenda. Ez azt jelenti, hogy kicsit modellezi a valós életet. Ahogy az életben összefüggnek dolgok, úgy került megalkotásra a 17 Fenntartó Fejlődési Cél, minden kompromisszumával és minden politikai nehézségével, ahogyan az életben is kapcsolódnak egymáshoz a dolgok.

Ez két dolgot jelent. Az egyik, hogy van benne egy beépített pozitív lavina. Ha jól elkezdik egy Fenntartó Fejlődési Cél végrehajtását, az 5-6 vagy némely esetben 14-15 másik Fenntartó Fejlődési Cél végrehajtását segíti elő. De sajnos ez visszafelé is igaz: ha valamit nem hajtanak végre (például nem térünk át egy fenntartható vízgazdálkodásra, vagy nem figyelünk oda a klímaváltozás megfékezésére), akkor a lavina visszafelé indul, és mindazon eredményeket képes lenullázni, amit más területeken (szegénység felszámolása, fenntartható városok, éhezés megszüntetése stb.) elértünk. Ezeket el fogja törölni.

Ezt az eredményt egészítette ki az ENSZ klímaváltozást megfékező Párizsi Megállapodása, ami egyébként nem más, mint a 13. Fenntartó Fejlődési Cél kibontása és tartalommal való megtöltése.

Ha az SDG (SDG vagyis Sustainable Development Goal, magyarul Fenntartható Fejlődési Cél. Megjegyzés: a Szerk.)

tárgyalások végeredményét és a végrehajtás eddigi tapasztalatait összegezném – és ez már legyen egyfajta zárzó – akkor ez egy globális vízió arról, hogy milyen állapotban szeretnénk látni magunkat és a Földet 2030-ban. Globális víziót senki nem fog végrehajtani otthon. Tehát mindenkinek nemzeti programmá, regionális, vagy akár helyi programmá kellene alakítani ezt a víziót. Annak megfelelően, ami ott a legrelevánsabb, az adott problémák, a szokások, a lehetőségek és a hagyományok tükrében.

Egy jó hír: van megegyezés a világon arról, hogy szükségünk van a fenntartó fejlődési fordulatra. Ami a rossz hír, hogy a természeti erőforrásokat érintő SDG-k esetében mind a mai napig – bár már a végrehajtás harmadik évében tartunk – távolodunk a kitűzött céloktól. Ide tartozik a vízgazdálkodás, az anyagforgalom, a klímavédelem és a biodiverzitás. Ugyanakkor felgyorsulóban van egy olyan technológiai ugrás és a gazdaság átalakítása, ami lehetővé teheti, hogy lépést tudjunk váltani.

Körülbelül 90 billió, azaz 90.000 milliárd USD-s piacról van most szó. 90.000 milliárd USD befektetésről beszélünk, ennek az átirányításáról 2030-ig, az úgynevezett „barna” gazdaságból egy zöldebb gazdaság felé. Nagyságrendileg ez az Egyesült Államok mai GDP-

jének a 4,5-szerese. És ebben még nincsen benne az ad-dicionálisan befektetendő tőke. Tehát a piacok ilyen léptékű átrendezéséről beszélünk, ill. azt tervezzük. Egy nagy piaci átrendeződésnek mindig vannak nyertesei és mindig lesznek vesztesei is.

Zajlik a verseny, s nem mindegy, hogy Magyarország ebből a versenyből hogyan jön ki. Az elmúlt 100-150 év-ben az országok és a vállalatok közötti verseny egyik ki-emelt célja a természeti erőforrások, leginkább az energia-hordozók feletti ellenőrzés megszerzése volt. Ezért jöttek létre szövetségek, ezért indultak háborúk, illetve kötöttek békék. A jövőben legalább ekkora jelentősége lesz a fenn-tartó fejlődési fordulatot lehetővé tevő technológiák és

szolgáltatások piacán való ellenőrző pozícióknak és az al-kalmazkodási képességnek.

És utolsó képként, ha ezt a 17 Fenntartó Fejlődési Célt egy más logikai sorrendbe rakom össze, akkor na-gyon könnyen eljuthatunk oda, hogy a 6-os, azaz a víz-zel kapcsolatos Fenntartó Fejlődési Cél van a közép-pontban.

Ha a 20. század az olaj évszázada volt, akkor a 21. szá-zad nagy valószínűséggel a víz évszázada lesz, vagy lehet. Hogy ez pontosan mit jelent fenntarthatóság szempontjából, vízre leképezve, arról szól bevezető előadásunk ez-után következő 2. része.

Megjegyzés: Az előadás valamennyi ábrája a következő internetes címen megtekinthető:

http://prezi.com/yvextsjeagbf/?utm_campaign=share&utm_medium=copy&rc=ex0share

A SZERZŐ



KŐRÖSI CSABA Köztársasági Elnöki Hivatal Környezeti Fenntarthatóság Igazgatósága igazgatója. Korábban rendkívüli és meghatalmazott nagykövetként Magyarország Állandó ENSZ Képvisletének vezetője volt.

Sorsfordító a fejlődésben – 2. rész: Válaszút előtt a világ vízgazdálkodása

Szöllősi-Nagy András

egyetemi tanár, Nemzeti Közszolgálati Egyetem

Kivonat

A közlemény megkísérli áttekinteni a vízgazdálkodás jelenlegi főbb globális kihívásait, a hazai helyzetet és a lehetséges megoldások körvonalait. Azzal érvel, hogy a népességdinamikai előrejelzések és a várható klímaváltozás tükrében a jelenlegi vízgazdálkodási gyakorlat nem tartható fenn a XXI. században és a víz lesz ezért századunk egyik legnagyobb, ha nem a legnagyobb kihívása – globálisan és várhatóan lokálisan is. Globális változás és adaptáció szükséges a vízgazdálkodás minden szintjén, az integrált vízgazdálkodástól kezdve az intézményes felépítésen át az oktatásig és kutatásig. A megállapítás egyaránt érvényes a fejlődő és iparosodott országokra. Különösen érvényes ez Magyarországot illetően, ahol az elmúlt évtizedek a dezintegrált vízgazdálkodás aggodalomra okot szolgáltató példáját adták.

Kulcsszavak

globális változások, vízgazdálkodási hatások, klímaváltozás, nemstaciaritás, adaptív vízgazdálkodás, kutatás, intézményi dezintegráció.

Life changer in development - Part 2: Water Management of the World at the crossroads

Abstract

The paper overviews the current global perspective on water resources with an attempt to identify major likely future challenges, along with an outline of potential opportunities for solutions. There is a growing consensus in international environmental politics that water is going to be one of the main issues of the 21st Century. Given the projected demands for water, and the likely impact of climate variability and change, the present water use practices are clearly not sustainable. The paper attempts to identify the technical and social challenges that need to be addressed to establish sustainable water development and management practices for the future. It looks into the hydrological impacts of various global change drivers, such as climatic change as well as changes in population patterns and related changes, such as land use change, migration from rural to urban areas. All these changes imply strong non-stationarity. It is argued that the design methodologies, developed under the hypothesis of stationary hydrological processes, need to be revisited and updated. Potential impacts of climate change will also be outlined along with the likely increase in the occurrence of extreme events such as floods and droughts. A major change is needed at all levels of water management, from integrated water management through research and education both in developing and in industrialized countries. Properly integrated institutions are critical. This is particularly true for Hungary where the institutional set up of water management is fragmented.

Keywords

Global change, water resources impacts, climate change, non-stationarity, adaptive water management, institutional fragmentation.

BEVEZETÉS – AVAGY FOLYTATÁS ONNAN, AHOL KÖRÖSI CSABA ABBAHAGYTA

Számosan úgy érvelnek, ideértve e cikk alapjául szolgáló, a Magyar Hidrológiai Társaság XXXVI. Vándorgyűlésén elhangzott bevezető előadások két szerzőjét is, hogy ha az emberiségnek sikerül elkerülnie a XXI. században a nukleáris holokausztot - ami mindenek felett álló legfontosabb közös feladatunk - akkor a következő megoldandó kihíváshalmaz nagy valószínűséggel a vízzel lesz kapcsolatban. El kell ugyanis kerülni a vízzel kapcsolatos szélsőségek kockázatának várható növekedésétől a közegészségügyi helyzeten át a nemzetközi vízgyűjtőkön lehetséges konfliktusokat és/vagy háborúkat. A következőkben megkísérljük áttekinteni a honi vízgazdálkodásunk megkerülhetetlen peremfeltételeit jelentő főbb globális kihívásokat és meghajtókat, a hazai várható helyzetet és a lehetséges megoldások körvonalait. Az 1. rész (*Körösi 2018*) globális gondolatmenetét folytatva azzal érvelünk, hogy a népességdinamikai előrejelzések és a várható klímaváltozás tükrében a jelenlegi vízgazdálkodási gyakorlat nem

tartható fenn a XXI. században és a víz lesz ezért századunk egyik legnagyobb, ha nem a legnagyobb kihívása – globálisan és várhatóan lokálisan is.

Globális változás és adaptáció szükséges a vízgazdálkodás minden szintjén, az integrált vízgazdálkodástól kezdve az intézményes felépítésen át az oktatásig és kutatásig. A megállapítás egyaránt érvényes a fejlődő és iparosodott országokra és sajnálatosan különösen érvényes hazánkat illetően is, ahol az elmúlt közel három évtized a dezintegrált vízgazdálkodás aggodalomra okot szolgáltató példáját adta.

MI A HELYZET GLOBÁLISAN?

A XX. századi népességgrobbanás következtében – amikor is egy évszázad alatt a Föld népessége 2 milliárdról 6 milliárdra háromszorozódott, miközben a vízkivételek mennyisége globálisan meghatszorozódott - kinyílt egy olyan olló, amely gátolja humán és környezeti rendszereink fenntarthatóságát (*UN 2018*). Az egy főre jutó éves átlagos vízkészlet 1975 óta drámaian lecsökkent – a megközelítően 15 500 m³/fő/év világlátlagról az 5000 m³/fő/év átlag

víz mennyiségre. Hangsúlyozandó, hogy ez a szám globális átlagot jelent a jelenlegi 7,7 milliárdos lélekszámú emberiségre (<http://www.worldometers.info/world-population/>) vetítve és igen nagy a szórás Kanada 120 ezer m³/fő/év adatától, hazánk 11 700 m³/fő/év egy főre jutó vízmennyiségétől Jordánia 120 m³/fő/év értékéig. (Ez utóbbi nem mellel 70 m³/fő/évre csökkent az elmúlt négy év során a közel-keleti háborús migráció következtében.)

A vízkészletek csökkenésére azonban nyilvánvalóan nem lehet olyan lineáris előrejelzést adni, mely szerint a következő 40 év alatt az emberiség alól "kifutna" vízkészlete, hiszen a hidrológiai ciklus állandóan megújítja a vízkészletet. Az is kétségtelen azonban, hogy további csökkenés várható az egy főre jutó vízkészlet mennyiségében mindaddig, amíg a század közepén a Földön már 9,6 milliárd ember fog élni. Ez már igen közel lesz a fenntarthatóság határához, és egyben a további növekedés határához, tehát ahhoz az állapothoz amikor humán és környezeti rendszereink a túlhasználat következtében visszafordíthatatlanul összeesnek.

A globális népesedési helyzet elmúlt két évezredben tapasztalt drámai változását *Kőrösi (2018) 1. ábrája* szemlélteti. Hogy mennyire drámai a helyzet azt talán egy sokkal szikár tény világítja meg a legjobban: az eddig élt *Homo Sapiens* fele kortársunk. Így hát csakugyan belépünk egy új korszakba, az *Antropocén*ba (*Waters és társai 2016*), melynek során alapvetően megváltozott a víz körforgása, a hidrológiai ciklus is.

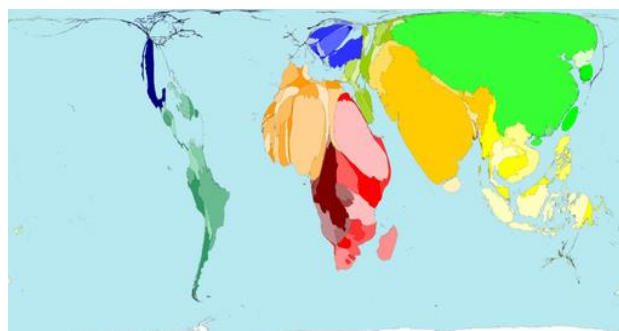
Ma a Föld édesvízkészlete épp annyi, mint a holocén klímaoptimum idején volt az 5000 és 9000 évvel ezelőti periódusban. Az összes víz 97,5%-a tengerekben és óceánokban található, a maradék 2,5% az emberiség édesvízkészlete. Ennek kb. 60%-a szilárd víz, azaz jég és hó az Északi-sarkon, az Antarktikán, gleccserekben és a magas hegyi hótakaróban, valamint a permafroszton. A maradék 90%-a a felszínalatti nem megfagyott víz. Ami marad, az mindösszesen 42 000 km³ könnyen hozzáférhető felszíni vízkészletet jelent (*Shiklomanov és Rodda 2003*) tavakban, tározókban és vízfolyásokban. A felszíni vizek 90%-a lentikus, lassú áramlású vizekben van, nagyjából 40% a Bajkál-tóban, 20% a Nagy Tavakban, a maradék pedig kisebb tavakban (ideértve a Balaton 2 km³ vizét) és tározókban. A felszíni vízkészlet az összes víz – ideértve a tengereket és óceánokat is – mindösszesen 0,007%-a – ez utóbbit hívják tréfásan a hidrológia James Bond jelenségének. A felhasználók száma az utóbbi évszázad során azonban háromszoros exponencialitással növekedett, ami az elsődleges oka a vízkészletek egy főre jutó radikális csökkenésének. Ez a fejlődő országokban, elsősorban az Ázsiában várható népességnövekedéssel – ahol már most is az emberiség 60%-a él a globális vízkészletek 36%-kal – jelentősen növelheti a vízkészletekkel kapcsolatos konfliktus-potenciált, mivel a 36%-os arány ugyanaz marad, ám a népesség jelentősen meg fog nőni, még ha nagyjából marad is a 60%-os részaránynál.

A globális vízváltás tehát nem azt jelenti, hogy "kifut" alólunk a víz, hiszen a hidrológiai körfolyamat szorgosan dolgozik ennek elkerülésén. A válság ott van,

hogy miképpen is kormányozzuk intézményeinkkel vizeinket. Milyen jogi keretet hozunk létre s az milyen hatékonyan működik, hogyan üzemeltetjük a hidrometeorológiai észlelőrendszereinket, miként tesszük nyíltan hozzáférhetővé a vízzel mint közkinccsel kapcsolatos mérései adatainkat a köz számára, mennyire támogatja a tudományos kutatás a kormányzati döntéseket, egyáltalán: van-e nemzeti és regionális interdiszciplináris vízgazdálkodási kutatóintézet, miképp képezzük a szakmai utánpótlást, integrált vízgazdálkodást hozunk-e létre vagy önös politikai szándékok és lobbik mentén dezintegráljuk rendszereinket? És mindez csak egy kis csokor azokból a kérdésekből, amelyekkel szembe kell néznünk nemzeti, regionális és globális szinten.

TÉNYLEG GLOBÁLIS VÍZVÁLSÁG LESZ?

Hát nem válság az már most, ha naponta hatezer gyerek hal meg vízzel kapcsolatos betegségekben globálisan? Hogy évente 6-8 millió embertársunk hal meg vízzel kapcsolatos katasztrófákban és betegségekben? Hogy a szubsaharai afrikai betegségek 90%-a víz eredetű és a rossz vízminőség eredménye (*1. ábra*)? Hogy a szubsaharai kórházak betegeinek fele a víz, illetve az egészséges víz hiánya miatt van ott?



1. ábra. A nem megfelelő vízhozzáférés területarányos megjelenítése (2011-es adatok alapján)

Figure 1. A biased but proportional display of inadequate water access (based on 2011 data)

Hogy harminc év alatt az egy főre jutó víz mennyisége drámain lepadt? Hogy 35 év múlva több, mint kilencmilliárd ember lesz a Földön, akiknek víz kell, csatornázás és szennyvízkezelés? Hogy ma több embertársunknak nincs hozzáférése a minimális szanitációhoz, mint 18 éve, a Millenniumi Fejlesztési Célok kezdetén? Hogy ez 2,6 milliárd ember? Hogy a világ szennyvizeinek 85%-a tisztítás nélkül kerül a befogadóba, ma már mérhető genetikai változásokat okozva a mikrofaunában? Hogy az elmúlt 30 évben az édesvízi élőlények száma megfeleződött?

Lehetne, és kell is a kérdések sorát folytatni, mert ezek az emberiség jövőjét jelentik (*UN World Water Development Report 2018*). Az ENSZ 17 Fenntartható Fejlesztési Céla (SDG-k) az ENSZ Közgyűlése által államfői szinten elfogadott vízió (lásd *Kőrösi 2018, 6. ábra*), ami egy keretrendszerben foglalja össze az emberiség számára 2030-ra elérendő célokat a fenntarthatóság érdekében, tehát annak érdekében, hogy elkerüljük rendszereink irreverzibilis változásait.

Az SDG-k két legfontosabb célja a szegénység és az éhínség felszámolása 2030-ra. Ez hihetetlenül ambiciózus két fő

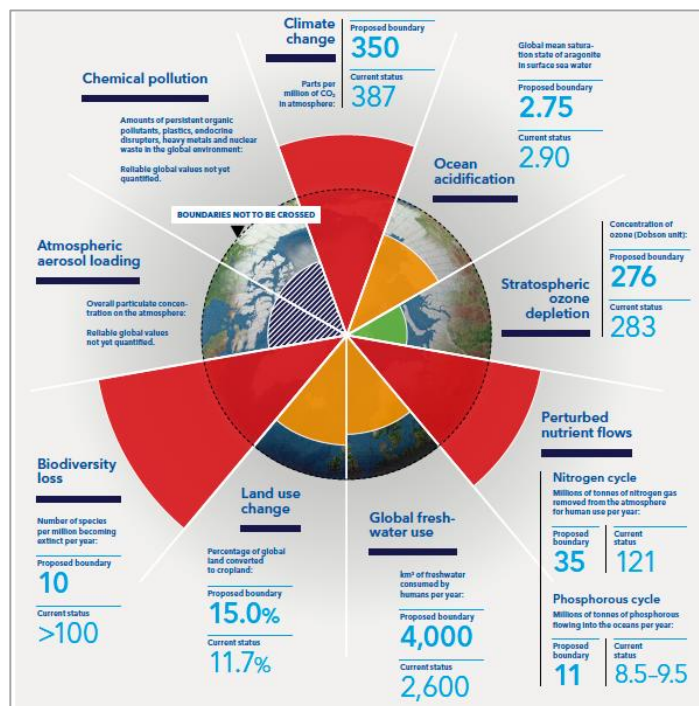
cél, ám – adva a világgazdaság jelenlegi állapota és a gazdaság megléte és ugyanakkor elfogadhatatlanul aszimmetrikus megoszlása - nem elérhető. Más kérdés, hogy a világpolitika jelenlegi polarizálódó állapota, a *“We first”* és a *“Nekünk a mi országunk az első!”* ostoba, populista, kirekesztő, immorális és fenntarthatatlan önzése, a növekvő nacionalizmus, a szolidaritás elpárolgása, a militáns szélsőségek megerősödése, a bugyután hepciáskodó kismemzetállamoskodás a minden rendszerünket szétéphetetlenül összekötő globalizáció korában, a befelé fordulás és a xenofóbia ellenirányú folyamatokat indukál(hat)nak. Mindenesetre a víz az, ami a maradék 16 célt összeköti, mint azt a bevallottan szubjektív elrendezésű 2. ábra szemlélteti.

Jó tíz éve *Rockström és társai (2009)* az egyes környezeti elemek átbillenési pontjainak becslésénél, - tehát azoknak a határpontnak a meghatározásánál, ami után rendszereink irreverzibilis állapotba kerülnek - úgy érvelt, hogy míg a biodiversitás csökkenésénél és a klímaváltozásnál már túmentünk az átbillenési pontokon, ahonnan nincs visszatérés, az éves globális vízkivételeket illetően még távol vagyunk a 4000 km³-es planetáris határtól (3. ábra).



2. ábra. A víz, mint a Fenntartható Fejlődési Célok központi eleme

Figure 2. Water as the central element of Sustainable Developmental Goals



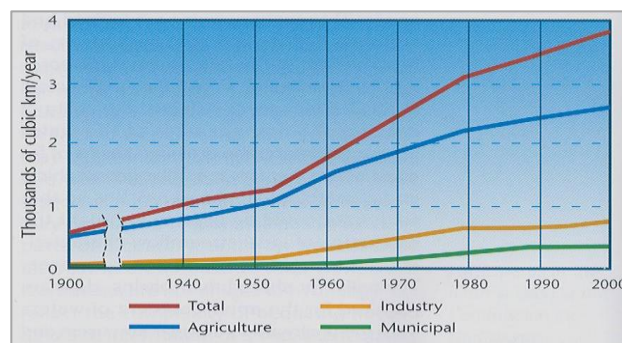
3. ábra. A planetáris határok (Rockström és társai 2009 nyomán)

Figure 3. Planetary boundaries for a few environmental variables (After Rockström et al., 2009)

Ám időközben a mérési idősorokból kiderült, hogy alig tíz év után már most majdnem ott tartunk (4. ábra).

Az ábrából az is jól látszik, hogy a vízhasználatok nagyjából 70%-ért a mezőgazdaság (és az élelmiszeripar felel), tehát ha ott akár kicsivel is lehet javítani a vízfelhasználás hatékonyságát, akkor azzal nagy lépést tehetünk a fenntartható vízgazdálkodás felé.

A hidrológiai változások legjelentősebb tényezője tehát az emberi tevékenység hatása. Erre mintegy ráakodik a természetes és antropogén okokra visszavezethető klímaváltozás hatása, ez utóbbi az ipari forradalom óta. E hatások mára nagyjából fele-fele arányban érvényesülnek.



4. ábra. A globális vízhasználat trendjei a XX. században

Figure 4. Trends in global water use in the 20th century

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A HIDROLÓGIAI CIKLUSRA

A klímaváltozás hidrológiai ciklusra gyakorolt fő hatása nagy valószínűséggel az lesz, hogy a víz körforgása felgyorsul. Ennek számos súlyos következménye lehet.

Azt, hogy a víz körforgása a globális felmelegedés hatására felgyorsul viszonylag elég egyszerűen be lehet látni – hozzátevére rögvést, hogy ez a magyarázat a primitívségig leegyszerűsített, mert a klímarendszer számos komplexitását, a belső visszacsatolásokat és a rendszer kaotikus, valamint véletlenszerű viselkedését nem veszi figyelembe. Tehát: a Földről kifelé irányuló radiáció egy része az üvegházhatás eredményeként csökken, aminek következtében nő az atmoszféra átlaghőmérséklete. Ez már kimért jelenség és nem spekuláció. A megnövekedett hőmérséklet hatására megnő az evapotranspiráció, aminek következtében megnő a felhőképződés valószínűsége. Több felhőből több csapadék keletkezhet, aminek hatására egységnyi idő alatt megnövekszik a lefolyás. A megnövekedett lefolyásból tovább nő a párolgás ... és így tovább, tehát a víz körforgása várhatóan felgyorsul. Ha ez így van, akkor egységnyi idő alatt több szélsőséges hidrológiai esemény fordul elő. Megnő tehát az árvizek gyakorisága és mértéke. A folytonossági feltételnek minden körülmények között fenn kell állnia – ma épp annyi édesvíz van a Földön, mint a holocén klímamoptimum idején -, ami csak úgy történhet meg, hogy az aszályok időtartamának és kiterjedésének is növekednie kell. Hangsúlyozni kell persze, hogy az atmoszférikus és hidrológiai folyamatok ennél a primitív modellnél lényegesen bonyolultabbak, seregnyi visszacsatolás, erős nemlinearitás, káosz és sztochaszticitás jellemzi a rendszert – pont ez az oka, hogy a sok nagyléptékű szimulációs klímamodell számos esetben ellentmondásos eredményekre vezet, bár a főbb tendenciák azonosításában nincs kontradikció. A csapadékeloszlás idő- és térbeli változásával a felszínalatti vizek utánpótlódása is jelentős mértékben változhat, tehát a klímaingadozás és –változás az egész hidrológia ciklusra kihat. Újfent megjegyzendő azonban, hogy az emberi tevékenység hatása a hidrológia körfolyamatra lényegesen jelentősebb, mint a klímaváltozásé. *Vörösmarty és társai (2000)* szimulációs vizsgálatai ezt az arányt nagyjából 80 ill. 20%-ra becsülték 2050-re, azzal a scenárió alapfeltevéssel élve, hogy a népességváltozás az ENSZ előrejelzéseket követi, míg a széndioxid kibocsátás megkettőződik. A klímaváltozás tehát valóban "rárakódik" az antropogén hatásokra, bár részben maga is antropogén eredetű, azaz várhatóan tovább növeli a hidrológiai események bizonytalanságát, s így a vízgazdálkodás kockázati tényezőit is. Az elkövetkező harmincöt év közel harminc százalékos globális népességnövekedése, azaz a több, mint kilencmilliárdos emberiség, tehát várhatóan nagyságrendekkel nagyobb változást okoz a hidrológia ciklusban és a vízzel való gazdálkodásban, mint az ugyanezen időszak alatt várható klímaváltozás. Ezért tartják számosan fontosabbnak az adaptációs stratégiák kidolgozását a túlpolitizált, szinte barokkosan bonyolult diplomáciai mitigációs manővereknél. A megol-

dás is antropogén - az emberiség kezében van. Ezért kritikus a Párizsi Klímamegállapodás (*UNFCCC 2015*) betartása. Ha az egyik legnagyobb üvegházgáz-kibocsátó kiszáll belőle, akkor annak következményeit a világ többi része nem tudja kompenzálni és egy újabb lépést teszünk rendszereink összeomlása felé. Kényszerből és mások immoralitása miatt, mert a hidrológiai ciklus sem ismer politikai határokat.

A víz a klímaváltozás elsődleges közege - akár a termikus expanzió következtében várható tengervízszint-emelkedésről, akár a hidrológiai ciklus szárazföldi részéről legyen szó, ideértve az olvadó gleccserek és a permafroszt szerepét is. Sajnálatos módon azonban pont a hidrológiai ciklus - a klímarendszer talán legérzékenyebb és legkevésbé értett része - kapja a legkisebb figyelmet a klímaváltozással kapcsolatos vitákban és a kutatásban is. Csak remélni lehet, hogy a Párizsi Megállapodás utánkövetése során a kormányok végre ennek, az emberiség túlélése szempontjából központi, szó szerint létkérdés megoldásának, valamint a víz általi és a vízzel való gazdálkodáson keresztüli adaptációnak is szentelnek időt és energiát.

A klímaváltozással kapcsolatos kormányközi tárgyalások, mint például az említett párizsi klímacsúcs és a COP sorozata (*Conference of the Parties*, a részes országok éves konferenciasorozata) nem gyorsan zajlanak – egy összetett és bonyolult folyamatról van szó, ahol közel kétszáz ENSZ tagország, esetenként markánsan eltérő politikai és gazdasági érdekei között kell megtalálni a mindenki által elfogadható konszenzust. A dolog természetéből fakadóan ez időbe telik. Sok időbe. Valószínűleg sokan vannak, akik kudarcnak minősítik a klímacsúcsot – különös tekintettel azután, hogy az Egyesült Államok 2017 nyarán bejelentette, hogy kiszáll az egyezményből, bár e bejelentés nagy dinamikával azóta is politikai alternáció tárgya. Vannak akik sikeresnek minősítik a klímaegyezményt, vannak csalódottak és vannak elégedettek is. Félő, hogy tudomásul kell vennünk: a világ mai állapota és feltételei mellett ennyit lehetett elérni. Ám tovább kell menni a megkezdett úton (5. ábra).



5. ábra. Berlini szoborcsoport: "Politikusok a globális felmelegedés ügyét tárgyalják" - és már a fülükig ér a víz
Figure 5. A public sculpture in Berlin entitled "Politicians are discussing the cause of global warming" - and the water comes to their ears

Evolúció és nem revolúció – még ha némelyek elégetlensége azt kívánna is. Komolyan meg kell vizsgálni és támogatni kell egy globális kormányközi víz-konferencia és tárgyalássorozat újbóli összehívását – annál is inkább, mert az eddigi első és eddig egyben az utolsó létfontosságú ENSZ vízügyi konferencia pont negyvenegy éve történt az argentinai Mar del Plata-ban.

Azóta pedig egy, s más azért történt. Ha más nem, hát annyi, hogy a Föld egy főre jutó vízkészlete a harmadára zsugorodott. Az ebből fakadó teendők ezért nagyon számosak és nemzetközi összefogás nélkül nem megoldhatók.

TÖBB VÍZ, KEVESEBB VÍZ?

Ez elmúlt évtizedekben számos jel mutatott tehát arra, hogy alapjaiban változott meg a hidrológiai ciklus. Mint láttuk, ennek egyik láttelepe a szélsőségek előfordulási valószínűségének megnövekedése. Meglévő klasszikus hidrológiai statisztikai módszereink, a minta homogenitásának, függetlenségének és azonos eloszlásának feltételezésével – azaz a stacionaritás hipotézisével – nem tudják megmagyarázni, vajon mi az oka annak, hogy a száz-éves, azaz száz évenként statisztikailag egyszer, de bármikor előforduló árvíz miért szinte húsz évenként fordul elő.

Ez ugye elég kínos, mert erre nem készültünk. Miként tudjuk a mértékadó árvízszinteket ebben a helyzetben egyáltalán értelmezni és használható tervezési módszereket adni a gyakorló mérnökök kezébe? Miként tudjuk eszközeinket a nemstacionárius hidrológiai jelenségekhez igazítani, és nem megfordítva, az adatok mesterséges egyöntetűvé tételével, mert a jövő nem olyan lesz, mint a múlt? Hogyan tudnánk a legjobban a klímaváltozás hatásaihoz alkalmazkodni?

Lehet, hogy módszerünk hibás s javítandó és nem a hidrológiai körfolyamat különös viselkedése az ok? Lehet, hogy nem vettük észre a változást? Félő, hogy a válasz erre a kérdésre igenlő. Bizony nem vettük észre, hogy a jövő más lesz, mint a múlt s hogy a stacionaritás feltételezése többé már nem igaz (*Milly és társai 2008*), ám a mérnöki méretezéshez szükséges, a méretek megállapítását szolgáló, vagyis mértékadó helyzeteket mégiscsak a változatlanosság feltételezésével becsljük mind a mai napig világszerte – *fortsriktosan* úgy, ahogy a nemzeti szabványok előírják. Még akkor is, ha azzal áztatjuk magunkat, hogy *százezer éves adatsorokat generálunk* Monte Carlo módszerrel, tehát jó hosszú periódust fedünk le – ami igaz is, csak éppen olyan adatsort generáltunk, melynek statisztikai paramétereinek definíciószerűen ugyanazok (kell legyenek), mint az észlelt idősoroké, mert ha nem, akkor a Teremtőt szimuláljuk. A legjobb esetben is csak megtartottuk az észlelt idősorok információtartalmát, újat nem teremtettünk. És megmaradtunk a stacionaritás feltevésénél. Ez pedig jelentős rizikót okoz, akár az alul-, akár a felülméretezés kockázatát vonva maga után. A nem-stacionaritásnak tehát súlyos gyakorlati következményei lehetnek, melyek alapvetően megkérdőjelezzik vízgazdálkodási rendszereink méretezési alapelveit is, melyeken mérnökgenerációk sora nőtt fel. Például a százéves, vagy T-éves, gyakoriságú mértékadó árvízszint többé már nem értelmezhető – hiszen, túl a *Szöllősi-Nagy (2017)* által közölt bájos anekdotán - példák

egész sora igazolja, hogy a százévenként egyszer előforduló árvíz jószereivel sokkal gyakrabban fordul(hat)ot elő. Ebből aztán számtalan kárrendezési jogi vita és konfliktus keletkezhet műtárgyaink üzemeltetése kapcsán. Mi az oka a változásnak? A kivédhetetlen globális változások, melyek peremfeltételként határozzák meg lehetséges lokális cselekvéseinket. Az éghajlatváltozás említett hatásai mellett további nyomás helyeződik meglévő vízkészleteinkre a világban végbemenő globális demográfiai, ideértve a migrációs folyamatokat is, és a radikális urbanizáció miatt. Mint jeleztük, ezen folyamatok hatása sokszorosan meghaladja a klímaváltozás várható hatásait és már rövidtávon, azaz néhány évtizeden belül, még jelentősebben megváltoztatják a hidrológiai ciklus működését. Kulcskérdés tehát, hogy mérnöki műtárgyaink méretezési alapelveit hozzáigazítsuk a nem-stacionárius világhoz.

Míg a klímaváltozás lassú folyamat – kétszáz évnek kellett az ipari forradalom óta eltelnie ahhoz, hogy a hidrológiai ciklus változása mérhető legyen és kimutatható legyen a víz körforgásának felgyorsulása (intenzifikálása) következtében előálló nem-stacionárius állapot – addig az emberi tevékenység közvetlen hatása már néhány évtized alatt mérhető volt. A hatás elsődleges oka a demográfiai változás volt. A 2050-re várható 9,6 milliárdos népesség demográfiai dinamikájával (növekedés, mobilitás, migráció) és az ennek következtében előálló másodlagos föld- és vízhasználat változásával pedig alapvetően megváltoztatta a hidrológiai ciklus működését. Az emberi tevékenység hatásaira mintegy ráakódó klímaváltozás hatásainak kb. 80%-a vízzel kapcsolatos – azon keresztül, ill. annak hatására következik be. A vízzel való fenntartható gazdálkodás tehát az emberiség fenntarthatóságának kulcskérdése. Beláttuk, hogy a hidrológiai ciklus várható gyorsulása következtében meg fog növekedni a szélsőségek előfordulási valószínűsége, azaz megváltoznak a mértékadó helyzetek – azonközben a Föld vízkészlete épp annyi lesz, mint a holocén elején. Viszont a népesség növekedése következtében a század közepéig drasztikusan csökkenni fog az egy főre jutó vízkészlet – ez nyilvánvalóan nem fenntartható és súlyos konfliktusok forrása lehet nemzetközi és szub-szuverén szinten egyaránt (*Wolf 2007*).

ÉS A MEGOLDÁS? LÉTEZIK EGYÁLTALÁN?

Igen, létezik megoldás. És csak tőlünk függ.

Persze nem lesz könnyű a megfelelő megoldást megtalálni, mert régi paradigmákat kell ledöntenünk. És nincsen egyetlen üdvöztető megoldás, hanem egy megoldástörténet van, amin belül tudunk csak lép(eget)ni. Nem lesz könnyű az *“egyen-es-csatorna-műtárgy-vasbeton-szerkezet”* klasszikus építőmérnöki paradigmából a *soft engineering* területére átevíckélnünk, ahol ökoszisztéma-szolgáltatások látnak el olyan funkciókat, melyeket eddig csak műtárgyakkal véltünk elérhetőnek. Nyilván több víztározás kell a víz-, élelmiszer- és energiabiztonság eléréséhez. Több tározás pedig nyilván nem érhető el a duzzasztás és a gátak helyes funkciójának megértése nélkül, legyen szó intenzívebb öntözésről, vízátervezésről vagy erőművek megfelelő szintű és mennyiségű hűtővíz-szolgáltatásáról. Hasonló a helyzet a dunai nemzetközi hajózást illetően is – az idei őszi kisvizek ugyan kiugróan ala-

csenyak voltak, ám nem szingulárisak, mert több hasonlóra számíthatunk a jövőben. Rendkívül fontos az igen érzékeny és nagy sebezhetőségű felszínalatti vizekkel való racionális és fenntartható gazdálkodás. Ha a különböző vízáadó rétegeket 80 méteres kutakkal kötjük össze, mindenféle átgondolás, hidrogeológiai szakvélemény, mérés és monitoring nélkül, akkor a nem-pontszerű szennyeződésekkel már teljesen elszennyeződött első vízáadó szennynevet vezetjük át a lejjebb fekvő vízáadó rétegekbe s fosztjuk így meg a jövő generációit a tiszta víztől. Több ez, mint politikai döntés egy szűk lobbis rövidtávú érdekeit kielégítendő. Ez már etikai kérdés. Mint ahogy az egész fenntartható vízgazdálkodás az.

VÍZTUDOMÁNYUNKRÓL TAMÁSKODVA: LEHETŐSÉGEINK ÉS KORLÁTAINK

A XXI. század vagy a tudás társadalma, vagy nem lesz XXI. század – hangzik egyre többen szerte a világban annak nyomán, hogy a 90-es évek közepe táján voltaképpen ledőlt a digitális korlát és – legalábbis a mezzo-szintű vízmérnöki gyakorlat szintjén – minden kiszámítható – mindez csak gépidő kérdése. És persze a tudás kérdése. Ez így van a vízgazdálkodásban is. Jól működő digitális modellek serege (*Vörösmarty és társai 2018*) áll a hidrológus, a gyakorlati vízmérnök és a stratégiai vízügyi tervező rendelkezésére különböző szinteken: a lokálistól a regionálisra át a globálisig. Példa erre lokális szinten a szennyvíztisztító telepek irányítástechnikája a szenzoroktól a szabályzó elemekig, regionális vízellátó rendszerek távirányítással történő optimális folyamatszabályozásától osztott intelligenciájú folyamatirányító rendszerekkel, a globális hidrológiai körfolyamat biogeokémiai fluxusainak számításáig térinformatikai rendszerben, összekapcsolva az atmoszferikus és szárazföldi részek elemeit, amire korábban soha nem volt lehetőség, részint az említett számítási korlátok, részint a megfelelő és elégséges mennyiségű adatok hiánya miatt. Az utóbbit illetően is hihetetlen fejlődés tanúi lehettünk az elmúlt negyed évszázadban. A műholdak és távérzékelési technikák ma már naponta egy exabájttal hidrológiailag releváns adatot továbbítanak a Földre tera Herz sebességgel. Ez ugye nagy szám: egy milliárd gigabájt, azaz egy darab egyes után tizenhatal nulla. Jó sok adat naponta.

Ám hogyan dolgozzuk mindezt fel és hogyan kapcsoljuk össze a különböző szintű modelleket, melyek egymásnak kölcsönösen peremfeltételei? Ráadásul sereg bizonytalanságot rejtene magukban s így a *laplace*-i determinizmus csődöt mond, mert a hidrológiai ciklus nem egy 3D-s vízgép, melynek működése csinosan számítható a klasszikus determinisztikus hidrodinamika eszköztárával és rutin numerikus módszerekkel. A hidrológiai folyamatok – és a mátrix, amiben történnek – heterogenitásából fakadó véletlenszerűsége és a léptékváltás ezt az utat kizárja. Hogyan segítheti mégis a sok adat az operatív vízgazdálkodást? Miként lehet ebből az óriási napi adattömegből a jó döntés számára szükséges mintázatot kiszűrni? Az adatgyűjtési technikák fejlődésével – legyen szó az *in situ* intelligens szenzorokról, vagy az említett távérzékeléssel nyert adatokról – párhuzamosan fejlődtek a nagy adathalmazok gyors feldolgozására képes adatfeldolgozási módszerek. A *Big Data* és alakzatfelismerő algoritmusok a rekurzív tanulás elvét alkalmazva hihetetlen sebességgel szűrik ki a

különböző szintű, bizonytalansággal terhelt adatokban rejlő mintázatot. A tanuló algoritmusok már a mesterséges intelligencia (MI) tartományába tartoznak s bár távolinak tűnhet, mégis közeli a lehetőség a gépi tanuláson alapuló digitális vízgazdálkodás diszciplinájának és gyakorlatának megteremtéséhez.

Úgy tűnik tehát, hogy az MI alkalmazásával hamarosan összekapcsolhatók lesznek a vízgazdálkodási döntések különböző szintjei a lokálistól a globálisig. Ezek a különböző szintű vízgazdálkodási gépek/modellek várhatóan egyfajta sajátos IoT rendszert (*Internet of Things*) képeznek, lehetővé téve, hogy a lokális optimumok egy globális optimum részei legyenek, azonközben kölcsönösen egymás peremfeltételei is. Válaszokat kaphatunk majd olyan kérdésekre is, hogy miként kell műtárgyainkat méretezni egy olyan világban, ahol a stacionaritás feltétele – amelyen mérnökgenerációk sora nőtt fel – első megközelítésben sem igaz. Mint jeleztük, ezekre a kérdésekre ugyanis sem a klasszikus hidrodinamika, sem a Monte Carlozós szimulációzás nem ad jó választ. A kockázat viszont marad, szintje meg ismeretlen.

Egy dolgot nem szabadna elfelejtenünk: a vízgazdálkodás elsősorban nem műszaki kérdés, hanem társadalmi. Ha pedig társadalmi, akkor politikai, sőt: etikai. A vizes szakma története tele van trójai falovakkal, ahol ez tetten érhető – elég talán a Bős-Nagymaros nevű döglött politikai múlóra utalni. A szakma akkor nem hallgatott a társadalomra. Igaz, azt a politika akkoriban, jó harminc éve, nem is engedte, s cinikusan játszotta ki egymás ellen az érintett szereplőket. Ha a víz társadalmi kérdés, akkor viszont döntési modelljeinkben megkerülhetetlen a társadalom lehetséges válaszmechanizmusainak modellezése, ami vélhetően legalább egy nagyságrenddel bonyolultabb feladat, mint a 2/3D lokális hidraulikai számítás, mert a társadalmi válaszokban nagyságrendekkel több a bizonytalanság (és a kockázat). Hogy ezt sikerrel oldja-e meg az ágens-alapú viselkedésmódmodellezés (*Akhbari és Grigg 2013*) és beilleszthető-e ez a környezeti folyamatok fluxusainak modellezésébe, nos ez az a nagy kérdés, amire várhatóan az MI ill., a gépi tanulás ad majd választ a nem távoli jövőben. Az MI várhatóan lényegében fogja átalakítani a humán kondíció egészét és részleteit, a tervezési szabványoktól és eljárásoktól a földmunkagépek használatán át a vízgyűjtő szintű stratégiai tervezésig. Aki ezt nem fogja fel, az intellektuálisan menthetetlen, mert nem érti a XXI. századot.

Mert tanulnunk állandóan kell. És persze a mesterséges intelligencia mellé természetes intelligencia is szükséges a döntéshozók részéről. Ez már keményebb dió – tetszőleges politikai rezsim fennállása esetén is (*Somlyódy 2018*). Az adaptáció készsége tanulás nélkül nem szereshető meg egy egyre komplexebb és globálisan egyre inkább összehuzalozott világban. Újabb adalék ez a magyar víztudomány intézményrendszere alapvető újjáépítésének szükségességéhez és a VITUKI kormányokon átívelő kivéreztetésével, majd kivégzésével keletkezett vákuum és tudásszakadék megszüntetéséhez (6. ábra).



6. ábra. A VITUKI hült helye, ill. a helyén az 5 milliárdért tervezett Nemzeti Atlétikai Stadion látványterve (A grafika forrása: 168 óra, 2018)

Figure 6. Once upon a time this was the location of VITUKI but it is gone now to replace it with ambitious plans for a new National Athletics Stadium designed for 5 billion HUF, not built yet though (Graphics source: 168 Hours 2018)

Ma már világosan látszik, hogy a VITUKI elsovasztása, majd megszüntetése jelentős hiba volt – hogy ez rafinált ingatlan panama volt-e, vagy a politika bűne, azt majd megválaszolja az idő. Mindenesetre sajnálatos tény, hogy az átfogó és koordinált magyar víztudományi kapacitás lényegében szétesett, illetve – még ha esetenként kitűnő – zömében egyetemi tanszéki tudományos műhelyekre atomizálódott. Víztudományunk mérhető nemzetközi hatása drasztikusan csökkent. Az egyetemi tanszékeken folyó kutatómunka nem helyettesíthette egy hosszú távú, átfogó, a kormányzati vízügyi politika és a gyakorlat igényeit prioritásnak tudó koherens nemzeti vízgazdálkodási tudományos kutatási program kidolgozását és végrehajtását. Ezért volt nagy öröm, hogy a Magyar Tudományos Akadémia vezetése 2015-ben elhatározta a tudományos igényeknek megfelelő és a gyakorlati munkát korszerű tudománnyal segítő interdiszciplináris nemzeti víztudományi program előkészületi munkálatainak beindítását.

A Nemzeti Víztudományi Program (MTA 2016) meghirdetésével felcsillant a remény, hogy a helyzet változhat. Azonban számos ok következtében, melyek nem nélkülözték az egyéni ambíciókat sem, sajnos idejekorán hamvába hullt a kísérlet. Egy, a nemzetközi követelményeknek megfelelő, a várható eredményekkel, időbeli ütemezéssel és becsült készletigényekkel, valamint a résztvevők tervezett szerepvállalásával ellátott koherens program kidolgozása mind a mai napig fájoan várat magára (MTA 2018). Legalább ennyire kár, hogy az Akadémia szerzői jogokra hivatkozva letiltotta - jelezvén, hogy az „nem időszerű” – az MTA Elnöki ad hoc Bizottság vonatkozó Jelentésének publikálását, és így voltaképpen megakadályozta a szélesebb szakmai vitát, ami a továbblépés szükséges feltétele – lett volna. Talán újra kellene gondolni a továbblépés módozatait, figyelembe véve az Akadémia képességeit, ám egyben meghaladva korlátait, különös tekintettel a gyakorlat valós igényeire. A keret, a Kvassay Jenő Terv (OVF 2018) már megvan.

EPILOGUS

Wittgenstein szerint a világ mindaz, aminek az esete fennáll – már csak egy új, a kormányzat szakpolitikai döntéseit segítő vízgazdálkodási kutatóintézet hiányzik ahhoz a hazai vízgazdálkodásban, hogy a hazai vizes társadalom (is) része lehessen a tudás-társadalom nemzetközi világának.

Végül egy, a *stricto sensu* tudományon túlélő kérdés: intézményeink dezintegráltsága. Erősen nehezíti helyzetünket a magyar vízgazdálkodás intézményrendszerének szétagoltsága, ami a hatékonyság jelentős kerékkötője. A klímaváltozás, melynek hatásai elsősorban a hidrológiai ciklusra hatnak, új kihívások elé állítja a magyar hidrológiai és meteorológiai szolgálatokat. Ha valóban elfogadjuk a hidrológiai ciklus integráló szerepét – márpedig más logikus választásunk nincs - akkor annak bármely helyen való szétvágása önkényes, mert sérti az integritás elvét. A hidrológiai ciklus atmoszferikus és szárazföldi körforgásra történő szétválasztása is ilyen. Még inkább sérti ezt az alapelvet, ha a felszíni és felszínalatti vizek mennyiségi és minőségi adatait intézményi szinten is elkülönítve kezeljük. Alapkérdés az adatokhoz való nyílt hozzáférés is. Ami állami, azaz adófizetői pénzből gyűjtött adat, az közkincs és nem lehet adatkufárgodás tárgya. Az adatok szabadon kell hozzáférhetőek legyenek mindenki számára.

IRODALOM

Akhbari, M. és Grigg, N. S. (2013). A Framework for an Agent-Based Model to Manage Water Resources Conflicts. Water Resource Management. DOI 10.1007/s11269-013-0394-0.

Kőrösi Cs. (2018). Sorsfordító a fejlődésben. 1. rész: Válaszút előtt a világ. Hidrológiai Közlöny jelen száma

Milly, P.C.D., J. Betancourt, M. Falkenmark, R.M. Hirsch, Z.W. Kundzewicz, D.P. Lettenmaier, R.J. Stouffer (2008). Stationarity is Dead. Water Management Science. 319:573-574.

MTA (2016). Jelentés és javaslat a magyar víztudomány valamint az operatív hidrológia honi helyzetéről és intézményrendszerének kívánatos fejlesztéséről, az MTA Elnöki Víztudományi ad-hoc Bizottságának jelentése, nem publikált kézirat, Budapest.

MTA (2018). <https://mta.hu/nemzeti-viztudomanyi-program/a-nemzeti-viztudomanyi-kutatasi-program-107659>.

Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F.S. Chapin, III, E.F. Lambin, T.M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H.J. Schellnhuber, B. Nykvist, C.A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P.K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R.W. Corell, V.J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J.A. Foley (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475, doi:10.1038/461472a.

OVF (2018). Nemzeti vízstratégia (Kvassay Jenő Terv). <http://www.kormany.hu/download/6/55/01000/Nemzeti%20V%C3%ADzstrat%C3%A9gia.pdf>. Országos Vízügyi Főigazgatóság, Budapest.

Shiklomanov, I.A. és Rodda, J.C. (2003). World Water Resources at the Beginning of the Twenty-First Century.

UNESCO International Hydrology Series, Cambridge University Press, Cambridge.

Somlyódy L. (2018). Most már csak dönteni kéne a legfelsőbb helyeken - Somlyódy László akadémikus a természetes vizeink állapotáról. Barotányi Zoltán interjúja. Magyar Narancs. 30, 39, 8-10.

Szöllősi-Nagy A. (2017). Milyen (m)értéket ad a mértekadó? Mérnök Újság, December, p13.

UNFCC (2015). *The Paris Agreement*, United Nations, New York.

UNESCO (2018). UN World Water Development Report. Paris.

Vörösmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J., Richard B. Lammer, R. B. (2000). Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth, Science, Vol. 289, Issue 5477, pp. 284-288.

Vörösmarty C. J., Vanesa Rodríguez Osuna, Anthony D. Cak, Pamela Green, Zachary Tessler, Fabio Corsi, Anik Bhaduri, Stuart Bunn, Jorge Gastelumendi, Ian Harrison, Richard Lawford, Peter J. Marcotullio, Michael

McClain, Robert McDonald, Peter McIntyre, Margaret Palmer, Richard Roberts, András Szöllősi-Nagy, Stefan Uhlenbrook (2018). Ecosystem-based water security and the sustainable development goals. Ecohydrology & Hydrobiology, July.

Waters, Colin N., Jan Zalasiewicz, Colin Summerhayes, Anthony D. Barnosky, Clément Poirier, Agnieszka Gahuszka, Alejandro Cearreta, Matt Edgeworth, Erle C. Ellis, Michael Ellis, Catherine Jeandel, Reinhold Leinfelder, J. R. McNeill, Daniel deB Richter, Will Steffen, James Syvitski, Davor Vidas, Michael Wagreich, Mark Williams, An Zhisheng, Jacques Grinevald, Eric Odada, Naomi Oreskes, Alexander P. Wolfe (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. Science. Vol. 351 Issue 6269, aad2622.

Wolf, A. T. (2007). Shared Waters: Conflict and Cooperation, Annu. Rev. Environ. Resour., 32:3.1–3.29.

168 óra (2018). https://168ora.hu/data/cikkek/147/1477/cikk147713/budapesti_atletikai_stadion_napur_architect_fit_800x10000_fit_800x10000.jpg

A SZERZŐ



SZÖLLŐSI-NAGY ANDRÁS Vízmérnök, hidrológus, Dr. Techn., PhD, Dr. Habil., az MTA doktora, Prof. Dr. HC mult., egyetemi tanár a Nemzeti Közzolgálati Egyetemen, Budapest; a Felsőfokú Tanulmányok Intézete (iASK), Kőszeg, tudományos tanácsadója; a Sustainable Water Futures Programme, Brisbane, Ausztrália, elnöke; UNESCO Nemzetközi Hidrológiai Program (IHP), Kormányközi Tanácsának leköszönt elnöke, jelenleg ex-officio a kelet-középeurópai régió elnökhelyettese, a Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) tagja, az MHT tudományos, szakmai lapja, a Hidrológiai Közöny szerkesztőbizottságának elnöke, korábbi főszerkesztője. Hazai szakmai pályáját a VITUKI-ban kezdte Kienitz Gábor Rendszerhidrológiai Osztályán és a VITUKI tudományos főigazgatóhelyetteseként fejezte be 1989-ben. Eközben a IIASA-ban és a Waterloo Egyetemen dolgozott. Ezután az UNESCO párizsi székhelyén volt az IHP igazgatója 20 éven át, majd a delfti (Hollandia) UNESCO-IHE Institute of Water Education rektora volt 5 évig. A Magyar Mérnök Akadémia tagja és a World Academy of Arts and Science fellow-ja.

A tatai Fényes-források összes vízhozamának meghatározása

Maller Márton

Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság, 9021 Győr, Árpád út 28-32. (e-mail: maller.marton@eduvizig.hu)

Kivonat

A tatai Fényes-források összes vízhozamára vonatkozó, rendelkezésre álló szakirodalmi adatok közötti eltérés számottevő, a korábban becsült értékek alapján az itt felszínre kerülő vízmennyiség nagyságrendje is kérdéses. A cikkben bemutatott vizsgálat célja olyan mérési koncepció kidolgozása volt, amellyel a Fényes-források összes vízhozama elfogadható pontossággal meghatározható. A kapcsolódó mérések alapján a forráscsoport vízáadó képessége 14 800 m³/nap értékre tehető. A kapott eredmények értékelését követően kijelenthető, hogy mérési és számítási módszer alkalmas a tatai Fényes-források összes vízhozamának meghatározására. Ez azt jelenti, hogy a múlt század elején közel egy nagyságrenddel túlbecsülték a források vízhozamát, és még a korszerűbb mérési technológiával meghatározott 2007. és 2014. évi vízhozamok is nagyinak nevezhetők.

Kulcsszavak

Tata, Fényes-források, Fényes-fürdő, karsztvíz, vízhozam mérés, Doppler elvű akusztikus sebességprofil felvétel berendezés (ADCP).

Determination of the total discharge of the Fényes-springs in Tata

Abstract

Difference between available literature data on the total discharge of the Fényes-springs in Tata is significant. According to the values estimated formerly the magnitude of karst water upwelling in this area can be questionable as well. The aim of the investigation introduced in this paper is devising a measurement conception which is suitable for definition of total discharge of the Fényes-springs with acceptable accuracy. Based on the related measures it can be stated, that the joint capacity of the many springs is about 14 800 m³/d. According to the evaluation of results it is verified that the measurement conception and the applied calculation method are suitable for achieving the purposes. This means that the total discharge of the Fényes-springs was overestimated with an order of magnitude in the beginning of the last century. Even discharge values which were measured by more recent technology in 2007 and 2014 seemed to be too high in view of results published in this paper.

Keywords

Tata, Fényes-springs, Fényes-spa, karst water, discharge measurement, Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP).

BEVEZETÉS

Tata a vizek városa, melyet az 1960-as évekig egyedülállóan gazdag forrásvilág és szövevényes felszíni vízelvezető mederrendszer jellemzett. A XX. század közepétől a Tatabányai-medencében intenzív bányaművelést folytattak, a szénmezők zavartalan kitermelése érdekében Tatabányán több vízakna megépítésére is sor került. A Tata környéki karsztvízszintek változása már a vízkitermelés kezdeti fázisában is jelentkezett, a korabeli szakirodalmi adatok alapján a vízszint csökkenés átlagos mértéke 1948 és 1960 között 2,4 cm/hónap volt (Kovács J. Gy. 1961). Az 1960. szeptember 5-i Tatabánya XV/b aknai vízbetörést követően rövid időn belül drasztikus süllyedést tapasztaltak, majd az egyre növekvő vízemelések hatására tovább csökkentek a térség karsztvízszintjei. A bányászati célú vízkitermelés a 1974-ben érte el maximumát 150 m³/perc vízhozammal (Szilágyi és társai 2015). A vízemelések következtében az 1970-es évek elejére az összes tatai forrás elapadt, a Dunántúli-középhegység karsztos víztartójában a vízszintek több tíz métert süllyedtek, 1970 és 1990 között a változás átlagos üteme már 12 cm/hónap volt. Az ezt követő években Tata városának döntéshozói véglegesnek tekintették a kialakult állapotot, a vízelvezető árkokat feltöltötték, és az addig vízenyős területek beépültek (Maller és társai 2018). A bányászat felhagyása után megindult a karsztos víztartó visszatöltődési folyamata, aminek következtében 1991-től napjainkig Tata térségében a karsztvízszint több mint negyven métert emelkedett. Ennek köszönhető, hogy az elmúlt években a város több

pontján sorra szólaltak meg a régi források és jelentek meg új vízfakadások. A következőkben a kiemelt jelentőségű Fényes-forráscsoporthoz kapcsolódó, a Fényes-fürdő (1. fénykép) területén feltörő karsztvizek összes hozamának meghatározására irányuló vizsgálatokat mutatom be.



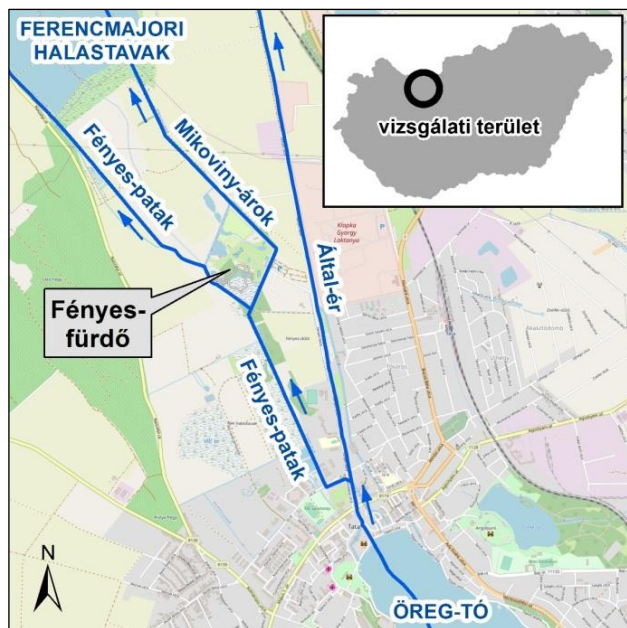
1. fénykép. Fényes-fürdő (forrás: fenyessfurdo.hu)

Picture 1. Fényes-spa (source: fenyessfurdo.hu)

VIZSGÁLATI TERÜLET ELHELYEZKEDÉSE, CÉLOK MEGFOGALMAZÁSA

Tata és a szűkebb értelemben vett vizsgálati terület, a Fényes-fürdő a Dunántúli-középhegység északi részén található (1. ábra). A Nyugati-Gerecsében a 23 mészképző hévforrás mutatható ki, amelyek hosszabb-rövidebb ideig törtek fel a területen és rakták le környezetükben a felszínre hozott mészkőanyaguk egy részét (Scheuer 2002a). Ezek közé tartoznak a Fényes-források is, amelyek 120 m

B.f. körüli fakadási szintjükkel a környék legmélyebben fekvő feláramlási területén találhatók, ahol a karsztvíz piezometrikus nyomásszintje jelenleg körülbelül 18 méterrel a térszín felett, ~138 m B.f. szinten helyezkedik el. Ez a térség kétségtelenül – feltörő vízmennyiség és természeti szépség szempontjából is – legjelentősebb forráscsoportja. A feltörő karsztvíz 20 °C körüli hőmérsékletével a hazánkban is elfogadott vízhőmérsékleti beosztás szerint a hévizek közé sorolható (Scheuer 2002b). Vertikális elhelyezkedésüknek köszönhetően a Fényes-források voltak az első hírnökei a karsztos víztartóban bekövetkezett változásoknak: ezek apadtak el először a bányászati vízemelések hatására, és tatai források visszatérése is itt kezdődött meg.



1. ábra. A vizsgált terület áttekintő helyszínrajza
Figure 1. Overview site plan of the investigated area

A rendelkezésre álló szakirodalmi adatok felkutatása során egyértelművé vált, hogy annak ellenére, hogy az elmúlt 160 évben többen próbálták megbecsülni a tatai Fényes-források összes vízhozamát, megfelelően alátámasztott eredmény nem született. A vizsgálati területen számtalan kisebb-nagyobb forrástóban koncentráltan tör fel a víz, de több helyen (pl. Égeres) nagy kiterjedésű területen, diffúz módon áramlik fel a karsztvíz, amely a nagy szelvényméret és kis áramlási sebességek miatt nehezen mérhető. A Fényes-források összes vízhozamának meghatározása során nehézséget okoz a levezető mederrendszer összetettsége, a rengeteg kisebb összekötő mederszakasz és elágazások miatt pedig sok esetben az áramlási irányok tisztázása is gondot okoz a Fürdő területén. Az elmúlt évek tapasztalatai alapján további problémát jelent az, hogy a vizsgálati területen több, a forrásokhoz kapcsolódó funkció található (horgászat, búvárkodás, fürdőzés, tanösvény, tudományos adatgyűjtés stb.), amelyek kiszolgálása gyorsan változó és bizonytalan vízkormányzási feltételeket teremt.

Vizsgálataim során az volt a célom, hogy a megfelelő vízhozam mérési módszer megválasztása mellett olyan mérési koncepciót dolgozzak ki, amellyel az eredmények

bármikor reprodukálhatók, függetlenül a rendszer vízkormányzásától és a Fényes-fürdő területét a jövőben esetlegesen érintő fejlesztésektől, az elvezető medrek és műtárgyak változásától.

A FÉNYES-FORRÁSOK VÍZHOZAMÁRA VONATKOZÓ SZAKIRODALMI ADATOK ÁTTEKINTÉSE

A rendelkezésre álló szakirodalmi hivatkozások között szerepel, hogy a mai Fényes-fürdő területén már az 1700-as éveken ismertek négy tavat, melyek vízmélysége 1,9 - 4,7 méter között változott, és az itt feltörő források vízhozamát 130 000 m³/napra becsülték (Schmidt 1969). Horusitzky Henrik magyar királyi főbányatanácsos és főgeológus az 1919. évben Tata városának (akkor Tatatóváros) forrásait és azok környezetét tanulmányozta hidrogeológiai szempontból. Tanulmányában kitért a térség geológiai adottságaira és a források kialakulásának földtani viszonyaira, valamint részletesen foglalkozott a Tatán feltörő forrásvizek mennyiségi és minőségi értékelésével. Leírása szerint a mai Fényes-fürdő területén tör fel a környék öt legnevezetesebb forrása, melyeket együttesen Fényes-forrásoknak nevezünk, valamint természeti szépség tekintetében is kiemelt része ez a térségnek (Horusitzky 1923). Horusitzky a Fényes-forrásokon végzett saját vízhozam mérésein kívül hivatkozik korábbi vizsgálatok eredményére is (Komáromi 1910). Mind a két szakember megfigyelései olyan mederszakaszra vonatkoznak, ahol a különböző feltörő vizek már egyesülnek, becsléseiket átlagos négyszög-szelvényterületet feltételezve, hozzávetőleges áramlási sebesség figyelembevételével adják meg („a források egyesült vize 6,5 m széles árokban, átlag 0,4 m-es mélységgel percnként mintegy 32 m-es sebességgel folyik” Horusitzky 1923). Horusitzky tanulmányának megjelenése után két évvel az abban található földtani állításokat több ponton kritikával illeti egy újabb anyag (Dornyay 1925), amelyben a szerző további, 19. század közepéről származó szakirodalmi adatokra is hivatkozik a Tatán feltörő forráshozamokra vonatkozóan (Szaiff 1856).

A térség karsztvízszintjének csökkenését megelőző időszakban (1960-as évekig), a Fényes-forrásokon feltörő karsztvíz összes hozamára vonatkozó szakirodalmi adatok tehát az alábbiak szerint foglalhatók össze: 1856-ban Szaiff másodpercenként 18,5 köblábra becsülte a források hozamát, amely 50 648 m³/napnak felel meg. Ez meglepően jól illeszkedik Komáromi bő 50 évvel későbbi közléséhez, aki 1910-ben 50 477 m³/nap vízhozamot mért. Horusitzky 1919. évi becslése az előbbi értékeket jócskán meghaladta, a Fényes-források összes hozamát 116 640 m³/napban állapította meg. Fontos megjegyezni, hogy a százéves időtávból származó mérések módszertana és körülményei nem ismertek pontosan, az akkori technikát figyelembe véve a közölt adatok csak nagyságrendi becslésként vehetők figyelembe.

Az 1920-as évektől 1950-ig nem rendelkezünk szakirodalmi adatokkal, ezt követően azonban 1971-ig a Fényes-források hozamát a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetet (VITUKI) rendszeresen mérte. A Fényes-források hozamváltozása követte a térségi karsztvízszint változásokat. A 177 mérésből álló vízhozam idősorra jel-

lemző a nagymértékű ingadozás, ez a mérések bizonytalanságára utal (*Hydrosys Kft. 2018*). Az adatsorban a nagy szórás ellenére nyomon követhető a forráshozamok csökkenő trendje, és adott rövidebb időszakokra megadható egy-egy átlagos vízhozam érték. Ennek megfelelően azt mondhatjuk, hogy a VITUKI mérései az 1950-es évek második felében kb. 30 000 m³/napra becsülték a Fényes-források összes hozamát.

A nagy volumenű bányászati vízemelések hatására a térség karsztvízszintjei több tíz métert süllyedtek, melynek következtében a tatai forrásvilág gyökeres változáson ment át. Elsőként 1973-ban, a legmélyebben fekvő Fényes-források apadtak el, majd a fakadási szint szerint sorban száradtak ki a környék és a tatai városközpont más forrásai is (*Maller és Hajnal 2013*). A bányaművelés 1989-es befejezését követően évtizedekig tartott, és jelenleg is tart a karsztos víztartó vízkészletének visszapótlódása. A karsztvízszintek emelkedésének köszönhetően 2001-ben



2. fénykép. Fényes tanösvény és vízfeltörés a Katonai-tó medrében (forrás: tataifenyestanosveny.hu, Varga Norbert)
Picture 2. Fényes educational path and the springs of Katonai-lake (source: tataifenyestanosveny.hu, Norbert Varga)

A Fényes-forrásokat összekapcsoló, és a felszínre jutó vizeket levezető medrek bonyolult rendszert alkotnak, a területen lévő forráskürtökhöz és koncentrált vízfakadási helyeken (pl. Katonai-tó, Sarki-tó, Körtefás-tó, Feneketlentó, Védett-forrás) kívül pedig nagy kiterjedésű, diffúz karsztvíz feláramlás is tapasztalható (pl. Fényes tanösvény alatti vízenyős terület az 2. fénykép bal oldalán). A Fényes-források visszatérése utáni időszaktól napjainkig tehát két szakirodalmi adat születet: 2007. január 16-án 16 907 m³/napra, 2014. április 1-jén pedig 22 560 m³/napra becsülték az összes vízhozamot. A mérés során alkalmazott újabb módszereknek köszönhetően látható, hogy eleink jócskán túlbecsülték a Fényes-források vízáadó képességét. A 2007. és 2014. évi, azonos alapokon nyugvó mérések közötti vízhozam növekedés egyértelműen magyarázható a karsztos víztartó visszatöltődésével és a karsztvízszintek emelkedésével, a relatív változások nagyságrendjének ismeretén túl azonban az összes hozam pontosabb meghatározására további vizsgálatok szükségesek.

A Fényes-fürdő területén feltörő karsztvíz mennyiségének közelítése az egyes mért vízhozamok összegzésével sok bizonytalanságot hordoz magában: egyes vízfakadások hozama nem határozható meg egzakt módon, a mért

(ismét elsőként a városban) megszólaltak a Fényes források. Ezt követően jó néhány évig nem készült olyan átfogó vizsgálat, amely az összes feltörő hozam becsülésére vonatkozna, de 2002 márciusában a Geoszféra Kft. vízhozam mérést végzett a Katonai-tó forrására vonatkozóan, melynek eredménye 4300 m³/nap lett (*Horváthy és Lénárt 2009*).

Később a Fényes-fürdőhöz és az itt található forrásokhoz kapcsolódó vízjogi engedélyezési eljárások során két rendszermérés készült. A 2007. és 2014. évi mérések elsődleges célja a fürdő területén található egyes vízfakadások vízhozamának meghatározása volt. A forráshozamok mérési módszerét a meder és terepadottságokhoz igazodva választották meg. Döntő többségében forgószárműs vízsebességmérő eszköz segítségével történt a vízhozam számítása, de egyes esetekben a köbözéses módszer is alkalmazható volt (*ÖkoTerv-Aqua Kft. 2014*). A fürdő területén 24 db mérőhelyet azonosítottak, amely önmagában is mutatja a vízrendszer összetettségét.



szelvényekben kapott eredmények hibája, bizonytalansága pedig a végeredményben egymásra adódik. A rendelkezésre álló szakirodalmi adatokat a jobb áttekinthetőség érdekében az 1. táblázatban összegeztem. A becslések bizonytalanságát, illetve a közölt hozamok nagyságrendi elterjedését tekintve nem láttam indokoltnak a vízhozamok grafikonon való ábrázolását, vagy összevetését a karsztvízszintek alakulásával.

1. táblázat. Fényes-források összes hozamára vonatkozó szakirodalmi adatok

Table 1. Literature data on the total discharge of the Fényes-springs

év	becsült összes vízhozam [m ³ /nap]
1700	130 000
1856	50 648
1910	50 477
1919	116 640
1957	30 000
2007	16 907
2014	22 560

A KIDOLGOZOTT VÍZHOZAMMÉRÉSI KONCEPCIÓ BEMUTATÁSA

A területen fakadó források mennyiségi jellemzőit egyes helyeken már 2014 nyarán elkezdtük vizsgálni, kísérletet

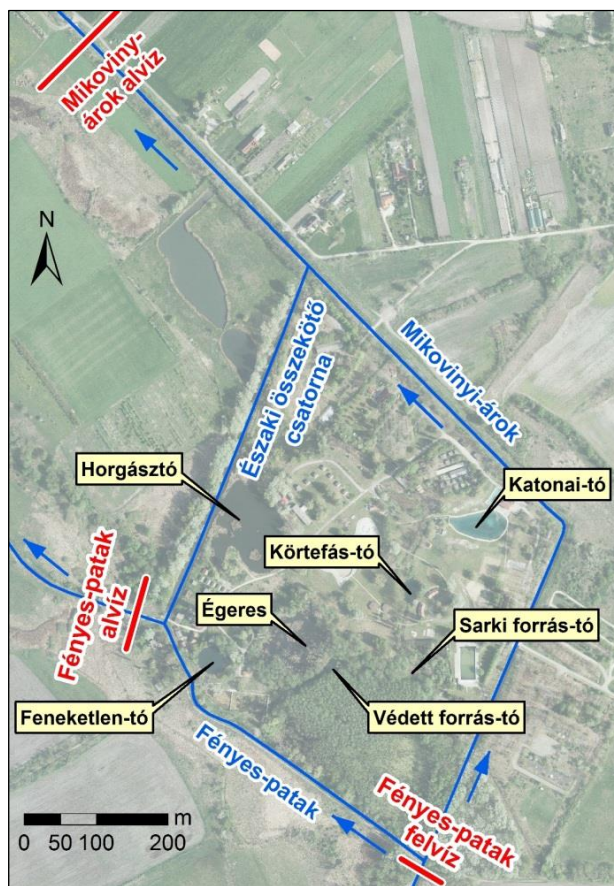
tettünk a Katonai-tó mellett található pozitív kúton kifolyó vízhozam mérésére. A kútfejre felszerelt vízórát közel egy éven keresztül rendszeresen leolvastuk, 2015 szeptembere és 2016 júliusa között az elfolyó hozam átlagos értéke $1010 \text{ m}^3/\text{nap}$ volt. Később a Magyar Földtani és Geofizikai Intézzel együttműködve vízhozam mérő bukót építettünk be a Katonai-tó alvízi szelvényébe. 2015. második felében 4 hónapon keresztül működött a bukó felett egy egyedi készítésű, nagy mérési pontosságú relés vízszint regisztráló műszer, a kapott adatsor alapján a Katonai-forrás átlagos vízhozama $7300 \text{ m}^3/\text{nap}$ volt ebben az időszakban (Kovács A. és társai 2016). Ezt összevetve a forrás megszólalása után mért $4300 \text{ m}^3/\text{nap}$ adattal (Horváthy és Lénárt 2009) látható, hogy a nyomásszintek növekedésével 13 év alatt majd kétszeresére nőtt a Katonai-forrás hozama. Ezt követően a vízhozam észlelés akadályoztatása egyre gyakoribbá vált: a Katonai-tó felszínén úszó vízi növényzet fennakadt a bukón, amely túl magasra duzzasztotta a tó vízszintjét, valamint az itt merülő búvároknak is akadályt jelentett az éles fém perem, ezért többször eltávolították a mérőberendezést. 2016 telén a meder és környezetének átépítése miatt a vízóra és a bukó véglegesen eltávolításra került.

Nyilvánvalóvá vált, hogy a Fényes-fürdő területének aktív rekreációs célú használata és a nehezen mérhető egyes fakadási helyszínek miatt a problémát más szempontból kell megközelíteni. Annak érdekében, hogy a Fényes-fürdő területén felszínre kerülő vizek mennyiségét minél pontosabban meghatározzuk, a következő alapelveket kell követni.

- Törekedni kell a mérési pontok számának minimalizálására, az egyes mérések bizonytalansága, hibája így kevésbé befolyásolja kedvezőtlenül a végeredményt.
- Olyan mérési módszert kell választani, aminek a megbízhatósága megfelel az elvárt pontossági követelményeknek, nagyságrendi becslés nem elegendő.
- Nem hagyhatók figyelmen kívül a nehezen mérhető, diffúz jellegű vízfakadások, mivel ezek a nagy területen megfigyelhető jelenségek jelentős hozamot képviselhetnek a teljes rendszer szempontjából.
- Fontos az eredmények reprodukálhatósága, a mérési módszer hosszúidejű alkalmazhatósága, függetlenül a vízhasználatokhoz köthető esetleges jövőbeni változásoktól.

A fentieket figyelembe véve kézenfekvő, hogy a Fényes-források összes hozamát nem az egyes helyszíneken mért vízhozamok összegével kell meghatározni, hanem olyan mérési szelvényt vagy szelvényeket kell keresni, ahol a forrásvizek egyesülve folynak le a területről. A természetes esésviszonyoknak megfelelően a feltörő karsztvizek északnyugati irányba gravitálnak, és Fürdő területét a Fényes-patak illetve a Mikoviny-árok medrén keresztül hagyják el. Ez a két vízfolyás a 2. ábra szerint körülöleli a Fényes-forrásokat. A Mikoviny-árok az ábra alsó részén „Fényes-patak felvizi” jelöléssel ellátott osztóműtárgynál ágazik ki a Fényes-patakból. A Fürdő területén felszínre lépő karsztvíz teljes mennyisége megjelenik tehát az alvízi

mederszakaszokon a Fényes-patakon érkező felvízi hozammal együttesen.



2. ábra. Fényes-fürdő térképe a mérési szelvényekkel
Figure 2. Map of Fényes-spa with the measuring sections

A források csoport összes vízhozama a folytonosság elve alapján számítható a 2. ábrán pirossal jelölt szelvényekben mért térfogatáramok alapján: az alvízi mederszelvények együttes vízhozama és a felvízi szelvény vízhozamának különbségeként (1. egyenlet).

$$Q_{\Sigma \text{források}} = Q_{\text{Fényes, alvizi}} + Q_{\text{Mikoviny, alvizi}} - Q_{\text{Fényes, felvizi}} \quad (1)$$

A terepszintet lényegesen meghaladó karsztvíz nyomásszinteknek köszönhetően a Fényes-fürdő környezetében az altalaj állandóan vízzel telített, így az alvízi és felvízi mérési szelvények közötti mederszakaszokon az elszivárgás nem befolyásolja jelentősen az eredményeket, a fenti egyenletben a veszteségektől eltekintünk. Fényes-fürdő alatti illetve feletti mérési szelvények pontos helyének kiválasztása során figyelembe vettem, hogy a helyszín jól megközelíthető legyen, és megfelelő legyen a gyakorlatban használt vízhozam mérési módszerek alkalmazására. A „Fényes-patak felvizi” mérési helyen kövezett meder és rézsűk kerültek kialakításra az osztóműtárgy felett. A „Fényes-patak alvizi” jelölésű szelvényben található egy zsilipes műtárgy, melynek burkolt medre szintén alkalmas vízhozam mérésre. A „Mikoviny-árok alvizi” elnevezésű mérési hely a Fürdőtől kissé távolabb, egy négyszögszelvényű ikeráteresz felett került kijelölésre, betonburkolatú, szabályos trapéz keresztzelvényben. A három mérési szelvény a 3. fényképen látható.



3. fénykép. A kijelölt vízhozam mérési szelvények a Fényes-fürdő feletti és alatti vízfolyásszakaszokon
 Picture 3. Water discharge monitoring sections of the upstream and downstream of Fényes-spa

A Fényes-források összes vízhozamának meghatározására kidolgozott mérési elv lényege, hogy a Fürdőt körülvevő patakok vízkormányzásától és a Fényes-patakon érkező felvízi hozamtól függetlenül, a mért vízhozamok különbsége mindig megadja a forrásokon feltörő összes vízmennyiséget. A módszer helyessége akkor támasztható alá, ha rövid időn belül (a karsztvízszintekben nem következnek be jelentős változások) végezhető több olyan mérősorozat, amelyek során az egyes mederszakaszok vízjárása lényegesen eltérő. A vizsgált terület felszíni vízhálózata kiváló lehetőséget nyújt erre, hiszen az itt található vízkormányzó műtárgyak segítségével az Által-érből kivett, szabályozott vízhozam tetszőleges része vezethető tovább a Fényes-patakon vagy kormányozható át a Mikoviny-árok felé.

ALKALMAZOTT VÍZHOZAM MÉRÉSI MÓDSZER

A patakszelvények kijelölése után a következő lépés az elméletben kidolgozott számítási elv helyességének igazolása volt, tényleges vízhozam mérések alapján. Az első terepi méréseket 2016 telén végeztük forgószárnyas vízsebesség mérővel. Kezdetben problémát jelentett a vizsgált mederszakaszok állapota, a vízínövényekkel sűrűn benőtt és erősen feliszapolódott szelvényekben az áramlási viszonyok nem tették lehetővé a vízhozam pontos meghatározását. Az érintett mederszelvények rendezését, a növényzet eltávolítását követően 2017. évben forgószárnyas eszközzel, majd az akusztikus elven működő Vecrtino vízsebességmérő készülékkel is megismételt mérések továbbra sem vezettek megfelelő eredményre. A felmérések alapján egyértelműen kimutatható volt a Fényes-források elfolyó víz-többlete az alvízi szelvényekben, a 10-12 ezer m³/s nagyságrendű eredmények szórása azonban az elvárt pontoságnál nagyobb volt.

A kijelölt mederszelvényekben a sikeres vízhozam méréseket 2018-ban végül olyan korszerű technológiával működő műszer segítségével végeztük, amely napjainkban már a hidromorfológiai feltárás egyik alapvető eszköze, széles körben alkalmazott tudományos és gyakorlati célokra egyaránt. A rendelkezésre álló tapasztalatok alapján, az akusztikus elven működő ADCP

(Acoustic Doppler Current Profiler) műszer nagy pontossággal rögzíti a felmért mederszelvény alakját, a sebességeloszlást, és hordaléktranszporthoz kapcsolódó paraméterek mérésére is képes (Fleit és társai, 2015). A vízhozam szoftveres számítása az átfolyási kereszt-szelvény, valamint a vízsebesség meghatározásán alapul. A hajótest áramlási irányra merőleges mozgása közben a műszer ultrahangos technikával meghatározza a mérőfej alatti függély vízmélységét, valamint adott sűrűséggel kiosztott celláknak a vízsebesség nagyságát és irányát. A felmért cellaterületek és az azokhoz tartozó merőleges sebességkomponensek szelvény mentén számított szorzat összege adja a teljes keresztmetszet térfogatáramát. A vizsgálati területen alkalmazott, 4. fényképen látható Stream Pro 1829 típusú ADCP műszer kifejezetten kisvízfolyások vízhozam mérésére szolgál, kis méretének és súlyának köszönhetően a trimarán hajótest merülése csupán 5 cm, és már 20-25 cm vízmélységtől alkalmas a mérésre. A korábban alkalmazott módszerekkel szemben az ADCP műszeres vízhozam mérés gyorsan és nagy megbízhatósággal végezhető, a terepi szoftveres támogatásnak köszönhetően pedig az eredmények a helyszínen rendelkezésre állnak, a mérés után azonnal értékelhetők.



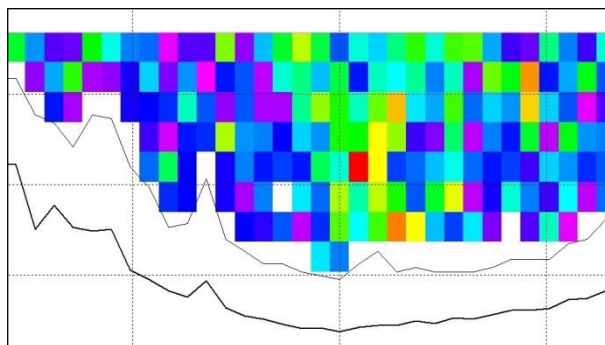
4. fénykép. Stream Pro 1829 típusú ADCP műszer
 Picture 4. Stream Pro 1829 type ADCP device

A MEGHATÁROZOTT KONCEPCIÓ SZERINT ELVÉGZETT MÉRÉSEK BEMUTATÁSA

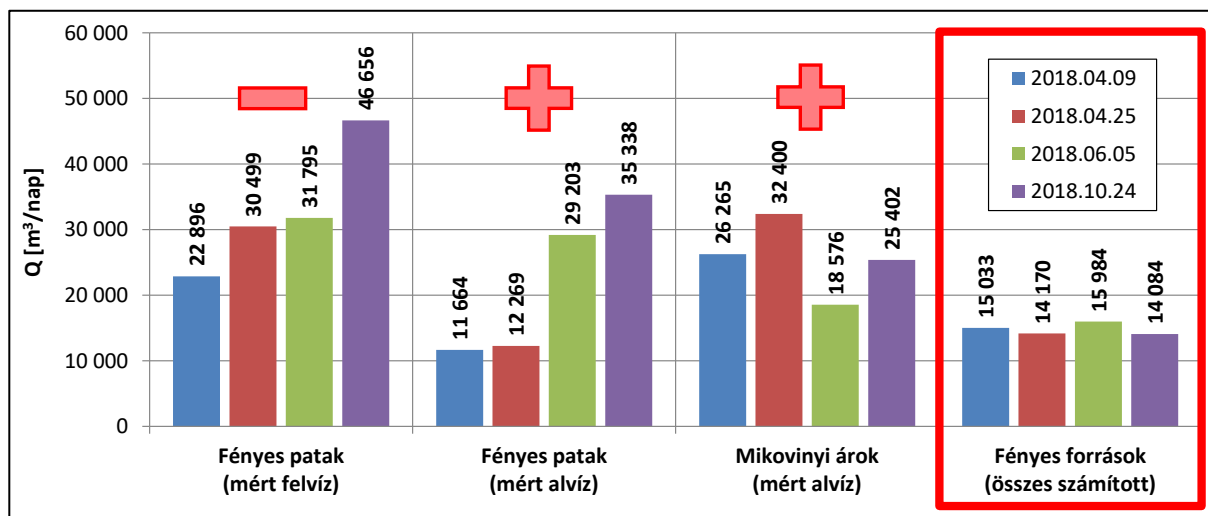
A vízhozam mérések során az áramlási irányra merőleges szelvény mentén egyenletesen, lassan mozgattuk a műszert annak érdekében, hogy megfelelő cellafelbontással, minél pontosabb eredményt állítson elő a szoftver. Egy-egy alkalommal a hajótestet a két part között többször áthúzáva ismételtük a mérést, majd a kapott eredmények átlagát számítva rögzítettük az aktuális vízhozamot. A mérési részeredmények feldolgozása során a szoftver figyelembe veszi a közvetlenül a meder alján lévő, ún. vak zónát és a hajótest vízbemerülését, a partközeli sekély részek vízszállítását pedig extrapolált értékekkel számítja be a végeredménybe. A 3. ábra egy jellemző mederszelvény részletét szemlélteti, a műszer által felmért, sebességnagyság szerint színezett cellakiosztással. A három kijelölt patakszelvényben a 2018. év folyamán négy alkalommal végeztünk vízhozam méréseket, minden alkalommal más betáplált felvízi vízhozam, és a fürdő felett lévő osztóműtárgyon különböző vízmegosztási arányok mellett.

2018. április 25-én (a 4. ábrán piros színnel jelölt mérési eredmények) a Fényes patakon érkező kb. 31 ezer m³/nap vízhozam nagyobb részét az osztóműnél a Mikoviny-árok felé kormányozták, míg a 2018. június 5-i (diagram zöld oszlopai) mérés során hasonló, 32 ezer m³/nap felvízi hozam mellett a Fényes-patak alvízi szakaszán rögzítettünk nagyobb elfolyó hozamot. 2018 őszén a

Tatai Öreg-tó téli üzemrendre való áttérésekor a vízleeresztés lehetővé tette, hogy az Által-érből lényegesen több vizet vezessünk a Fényes-fürdő irányába. Ekkor a felvízi mérési szelvényen az április 9-én mért vízhozam több mint kétszerese, közel 47 ezer m³ napi vízmennyiség folyt át (a 4. ábrán kék illetve lila színnel jelölve). Az osztóműtárgyon való megosztási arány e két időpontban is jelentősen eltért: a Mikoviny-árok alvízi szakaszán közel azonos volt a mért elfolyó hozam, míg a Fényes-patak alvízi szelvényében októberben mértük a legmagasabb elfolyó vízmennyiséget. A 2018. október 24-i mérés során tehát a Fényes-patakon érkező víz jelentős részét az osztóműtárgynál a Fényes-patak alvízi szakaszára kormányozták az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság szakemberei.



3. ábra. A felmért keresztaszvénv alakja és a sebességeloszlás
Figure 3. Cross-section profile and velocity distribution



4. ábra. Mért mederhozamok és a Fényes-források összes számított vízhozama 2018-ban
Figure 4. Measured water discharges and calculated total discharge of the Fényes-springs in 2018

A 2018. évben végzett mérésorozat eredményeit a 4. ábrán foglaltuk össze. Az oszlopdiagramon különböző színnel jelöltük az egyes időpontokhoz tartozó mért mederbeli vízhozamokat, illetve az ezek alapján az (1) képletel számított, Fényes-források összes hozamát jelölő értékeket (pirossal keretezett). Látható, hogy a fent részletezett – eltérő vízjárási és vízkormányzási állapotoknak köszönhető – igen változatos mért mederbeli hozamok ellenére, a Fényes-fürdő területén feltörő forráshozamok a vizsgált időszakban hasonlóak voltak.

EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A karsztos víztartók vízkészlet-visszapótlódási folyamataihoz kapcsolódó kutatás során észrevettem, hogy a tatai

Fényes-fürdő területén felszínre lépő karsztvizek mennyiségére vonatkozó szakirodalmi adatok eltérése számottevő, a korábban becsült értékek alapján az összes vízhozam nagyságrendjében sem lehettünk biztosak. A bemutatott vizsgálattal az volt a célom, hogy olyan mérési illetve számítási koncepciót dolgozzak ki, amellyel a Fényes-források összes vízhozama – figyelembe véve a nagykiterjedésű diffúz jellegű vízfakadásokat is – elfogadható pontossággal meghatározható, és az eredmények a térség karsztvízszintjeinek változásával összhangban reprodukálhatók. A kidolgozott számítási elvet a 2018. év folyamán négy alkalommal teszteltem, minden mérési napon más és más vízkormányzási állapotok mellett.

A mérésorozat eredményeként kijelenthető, hogy a Fényes-források összes vízhozama 2018 áprilisa és október között átlagosan 14 800 m³/nap volt. A négy vízhozam mérés eredményeinek relatív szórása 6% alatt van, ami a mérési módszert és körülményeket, valamint a forrástevékenység természetes változékonyságát figyelembe véve elfogadható. A felvázolt és bemutatott mérési és számítási módszer alkalmas a tatai Fényes-források összes vízhozamának meghatározására. A kapott végeredményt összevetve a korábbi szakirodalmi adatokkal elmondható, hogy az 1700-as, 1850-es és 1920-as években jócskán, közel egy nagyságrenddel is túlbecsülték a forráscsoport vízadó képességét. A 2000-es évek adatai a mérési technológia fejlődésének köszönhetően közelebb állnak a valósághoz. Figyelembe véve azonban, hogy a térségben a karsztvíz nyomásszintek drasztikusan emelkedtek ebben az időszakban, biztosra vehetjük, hogy a 2007. és 2014. évi becslések is túlzóak voltak. Bár a Fényes-forráscsoport (14 800 m³/nap = 10 300 liter/perc hozamával) kétségkívül a térség legnagyobb vízhozamú karsztjelensége, az itt felszínre jutó vízmennyiség lényegesen elmarad a korábban feltételezettől.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom a vízhozam méréshez szükséges eszközök biztosításáért, a kísérlet sikeres végrehajtásához elengedhetetlen vízkormányzási feltételek biztosításáért, valamint a vizsgálatok elvégzésében nyújtott segítségért az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóságban működő kollégáknak. A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Emberi Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a BME FIKP-VÍZ tématerületi programja keretében.

IRODALOMJEGYZÉK

- Dornyay B. (1925). Tata-Tóváros hőforrásai és közgazdasági jövőjük. *Englander Ferenc Nyomdája, Tata*
- Fleit G., Baranya S., Török G., Józsa J. (2015). Élőhely szempontú folyószabályozás megalapozása korszerű hidromorfológiai adatelemzéssel. *Hidrológiai Közlöny* 95:(5-6) pp. 22-25.
- Horusitzky H. (1923). Tata és Tóváros hévforrásainak hidrogeológiája és közgazdasági jövője. *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve XXV. kötet 3. füzet* p.39-83.

Horváthy L., Lénárt L. (2009). Tata, Fényes-fürdő, fakadó ásványvizek okozta havaria-helyzet – A megoldása annak gazdasági értékei mentén. *A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat, 77. kötet* pp. 47-64.

Hydrosys Kft. (2018). Tata Fényes-I. kút újbóli termelésbe állításának hatásvizsgálata. *Vizsgálati jelentés, megbízó: Észak-dunántúli Vízmű Zrt. Tatabánya*

Komáromi K. (1910). A tatai völgy földrajzi és földtani viszonyai és a völgy nevezetesebb forrásai. *Magyarországi Kegyes-Tanítórend Tatai Algimnáziuma 1909-10. évi Értesítője* (43. p. 12.)

Kovács A., Szócs T., Maller M., Hajnal G. (2016). A visszatérő Tatai források hidrogeológiai vizsgálata. *FAVA Konferencia, Siófok, 2016. április 6-7.*

Kovács J. Gy. (1961). Tata vízellátásának időszerű kérdései. *Hidrológiai Közlöny* 41:(3) pp. 34-36.

Maller M., Hajnal G. (2013). Tata, városközpont építéstechnológiai problémái. *Magyar Építőipar, 2013. 3. szám.* pp. 121-128.

Maller M., Rehák A., Hajnal G. (2018). Water level fluctuation in karst aquifers in the Transdanubian range (Hungary). *POLLACK PERIODICA Volume 13, Issue 3* pp. 151-162.

ÖkoTerv-Aqua Víz-és Környezetgazdálkodási Kft. (2014). Tata, Fényes-fürdő forrástavainak és egyéb kapcsolódó vízhasznosítási létesítményeinek üzemeltetési engedélyezési dokumentációja. *megbízó: Tata Város Önkormányzata, Tata*

Scheuer Gy. (2002a). A nyugat-gerecsei pliocén és quarter mészképző hévforrások paleo-karszt-hidrogeológiai vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny* 82:(1) pp. 7-14.

Scheuer Gy. (2002b). A hideg karsztvizek mésztufáinak vizsgálata és főbb típusaik. *Hidrológiai Közlöny* 82:(4) pp. 225-232.

Schmidt E. R. (1969). Tata környékének vízföldtani viszonyai. *Hidrológiai tájékoztató* 1969. június hó. pp. 92-95.

Szaiff J. (1856). Tata, mint volt és van. *Tatai Kegyes Tanítórend Al-gymnasiuma 1855-56. évi Értesítője.*

Szilágyi M., Maller M., Hajnal G. (2015). Tata környéki karsztvízszintek előrejelzéseinek vizsgálata. *Mérnökgeológia-Közetmechanika* 2015. pp. 41-50.

A SZERZŐ



MALLER MÁRTON a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán szerzett alapidiplomát, majd 2013-ban mesterdiplomát Víz-és vízi környezetmérnöki specializáción. 2012-től az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóságon dolgozik árvízvédelmi és folyógazdálkodási szakterületen. PhD tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékén folytatja, kutatási területe a karsztos víztartók vízkészlet-visszapótlódási folyamataihoz kapcsolódik.

A víztartási görbe talajmechanikai alkalmazása

Imre Emőke*, Firgi Tibor**

* Óbudai Egyetem KVK VEI

** Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Építőmérnöki Intézet

Kivonat

A telítetlen talajmechanika anyagmodelljeinek egyik fontos fizikai egyenlete (függvénye) a víztartási görbe, mely a szívás és a víztartalom közötti kapcsolatot írja le. E függvény változik a minta teljes feszültsége és tömörsége függvényében. A cikk a víztartási görbe jellemzőit a zérus normálfeszültségen, száradással meghatározott, görbére szorítkozva mutatja be. Ismerteti a rugalmas-képlékeny értelmezést, a paraméteres függvényekkel történő matematikai leírást, valamint a közelítő meghatározást. Bemutatja a víztartási görbe talajmechanikai felhasználását, talajtani jelölésrendszerét és egy külön példán ismerteti a kontúrszivárgás modellezést.

Kulcsszavak

Telítetlen talaj, víztartási görbe: elmélete, jellemzése, matematikai leírása, meghatározása számítással.

Applications of water retention curve in soil mechanics

Abstract

An important physical equation of unsaturated soil mechanics (dependent) is the water retention curve, which describes the relationship between suction and water content. This function varies depending on the overall tension and compactness of the sample. The article describes the characteristics of the water retention curve determined by drying at zero normal tension. It presents the flexible-plastic interpretation, the mathematical description with parameter functions, and an approximate definition. It also presents the soil mechanics utilization of the water retention curve as well as describes soil marking system in a separate example for the modelling of the contour leakage.

Keywords

Unsaturated soil, water retention curve: theory, characterization, mathematical descriptions, determination by calculation.

BEVEZETÉS

A mélyépítési szerkezetek jelentős része a telítetlen talajzónában épül, ill. e talajzónával van kapcsolatban, ezért szükséges lehet e feladatok megoldásához a telítetlen talajmechanika alkalmazása is (Fredlund és Rahardjo 1993, Imre és társai 1999 és 2012, Imre 2008 és 2009a és b).

E cikk a víztartási görbe fenomenológikus bemutatásán kívül a víztartási görbe matematikai leírásával, becslésével és felhasználásával foglalkozik. Alapja a telítetlen talajmechanikát bemutató egyetemi jegyzet (Imre E. 2008 és 2009), amely jelentős részben Fredlund előadásai alapján, illetve a Fredlund és Rahardjo (1993) könyv alapján készült. Egy későbbi közlemény mutatja majd be a víztartási görbe függvény mérését.

ALAPFOGALMAK

Célszerű a cikkkel kapcsolatos legfontosabb alapfogalmak áttekintése, mivel ezek segítik a vizsgálati módszerek megértését és az eredmények felhasználhatóságának megítélését. Valamint, mivel több tudományterület határán mozgunk, hasznos lehet az azonos, ill. hasonló fogalmak, más-más szempontú definícióit is megismernünk.

Telítetlen talaj

A telítetlen talajok általában négy fázisból állnak: szilárd részből, vízből, levegőből és a víz-levegő határfelületen, a felületi feszültség miatt elkülönülő 3-4 molekula vastagságú átmeneti rétegből, a hártából (A hártya legfontosabb tulajdonsága a felületi feszültség, és az, hogy kapilláris erőt ad át a szilárd szemcsékre. Fázis, mert tulajdonságai eltérnek a vele érintkező másik fázisokétól és határfelületei vannak).

A talaj telítetlen, ha a talajvíztükör felett van, azaz a pórusvíznyomása (u_w) kisebb, mint a póruslevegő-nyomása (u_a), azaz a pórusvíznyomás (u_w) „negatív” a légnyomáshoz képest (A pórusvíznyomás (u_w) abszolút értelemben is lehet negatív. Érdekes, hogy jóllehet ez metastabil állapot, talajok esetén tartósan előfordulhat, hiszen a 10 méternél magasabb fák is fel tudják szívni a vizet). A póruslevegő-nyomás és a pórusvíznyomás különbsége ($u_a - u_w$) tehát pozitív, melyet szívásnak nevezünk (s).

A levegő akkor „lép” a talajba, és a levegőfázis akkor lehet folytonos, ha a szívás egy adott – pórusmérettől függő - határértéknél (levegő belépési szívás) nagyobb. Ennél kisebb szívás esetén a telítetlen talaj lehet akár 100%-os telítettségű fokú (S_r) is.

A telítetlen talajok feszültségi állapotváltozói

Terzaghi által bevezetett, a telített talajokra vonatkozó feszültségi állapotváltozó (a hatékony feszültség) lehetővé tette, hogy e talajok viselkedése egységes, kontinuummechanikai megközelítéssel tárgyalhatóvá váljon. Ugyanakkor a telítetlen talajokkal kapcsolatos mérnöki feladatokat, hosszú ideig – megfelelő feszültségi állapotváltozók hiányában – egyedi esetként, általában (fél) tapasztalati úton lehetett megoldani.

A telítetlen talajok feszültségi állapotváltozóit, több kísérlet után, 1977-ben Fredlund és Morgenstern állapították meg (Fredlund és Rahardjo 1993). Céljuk az volt, hogy egy olyan egységes tárgyalásmódot vezessenek be a telítetlen talajokra is, mely szélső esetben a telített talajok kontinuummechanikai tárgyalásmódjára egyszerűsödik.

A telítetlen talajok feszültségi állapotváltozóit előző közleményünkben már bemutattuk (*Imre és társai 2000*), itt csak a főbb megállapításokat ismételjük meg. Talajok esetén három mérhető feszültség van: a teljes feszültség (σ), a póruslégnomás (u_a) és a pórusvíznyomás (u_w). Ezek nagyság szerinti sorrendje kötött:

$$\sigma \geq u_a \geq u_w \quad (1)$$

Ezekből egyet kiválasztva különbségek képezhetők. Egy lehetséges kombináció a nettó normálfeszültség, a szívás és a póruslevegő-nyomás:

$$\sigma' = \sigma - u_a, \quad s = u_a - u_w, \quad u_a, \quad (2)$$

Mivel a póruslevegő nyomás u_a sok esetben állandó (atmoszferikus), a levegőnyomás hatására sem a szilárd szemcsék, sem a víz nem nyomódik lényegesen össze (ill. összenyomhatatlanságot feltételezve), és a levegőnek nincs szilárdsága, emiatt a póruslevegő-nyomás, mint önálló állapotváltozó, elhanyagolható.

Egy másik lehetséges kombináció a hatékony feszültség, a szívás és a pórusvíz - nyomás:

$$\sigma' = \sigma - u_w, \quad s = u_a - u_w, \quad u_w, \quad (3)$$

Megemlítjük, hogy általánosságban vízfázis és víznyomás helyett a folyadékfázis és folyadéknyomás is érthető, levegő fázis helyett pedig légnemű fázis is érthető.

A telítetlen talajok kinematikai állapotváltozói, folytonossági feltétel

A többfázisú kontinuum mechanika megköveteli, hogy az egyensúlyi megfontolás szabályos legyen, azaz megfelelő méretű testet kell elkülöníteni (reprezentatív elemi térfogat), az elkülönítés torzítatlan sík felületekkel történjen a környező talajból. Ezt nevezzük talajelemnek.

A talajok deformációinak leírásához a következő kinematikai állapotváltozók ajánlhatók:

A teljes talajelem alakváltozási tenzora és ennek első invariánsa a térfogati alakváltozás (ε):

$$\varepsilon = \frac{\Delta V}{V} \quad (4)$$

A vízfázis teljes térfogathoz viszonyított térfogati alakváltozása (ε_w):

$$\varepsilon_w = \frac{\Delta V_w}{V} \quad (5)$$

A levegőfázis teljes térfogathoz viszonyított térfogati alakváltozása (ε_a):

$$\varepsilon_a = \frac{\Delta V_a}{V} \quad (6)$$

Ezek nem függetlenek, a köztük lévő kapcsolatot a folytonossági feltétel biztosítja. A továbbiakban felteszünk, hogy a szilárd fázis összenyomhatatlan. Ennek alapján a folytonossági feltétel telítetlen talaj esetén:

$$\Delta V = \Delta V_w + \Delta V_a \quad (7)$$

és telített talaj esetén:

$$\Delta V = \Delta V_w \quad (8)$$

ahol: ΔV a teljes talajelem,
 ΔV_w a vízfázis térfogatváltozása,
 ΔV_a a levegőfázis térfogatváltozása.

Ez átírható az alábbi formába, telítetlen talaj esetén:

$$\varepsilon = \varepsilon_w + \varepsilon_a. \quad (9)$$

és telített talaj esetén:

$$\varepsilon = \varepsilon_w \quad (10)$$

A folytonossági feltétel alapján tehát látható, hogy a független kinematikai állapotváltozók száma telített talaj esetén egy, mivel az alakváltozási tenzor első invariánsa (ε) egyenlő a vízfázis teljes térfogathoz viszonyított térfogati alakváltozásával (ε_w).

A független kinematikai állapotváltozók száma telítetlen talaj esetén ε_w , ε_a és ε közül kettő, és ez bármely kettő lehet. Az anyagegyenletek felállításához általában az alakváltozási tenzort (és annak első invariánsát (ε)), valamint a vízfázis teljes térfogathoz viszonyított térfogati alakváltozását (ε_w) választják.

A telítetlen talajok fizikai egyenletei, rugalmasságtani összefüggések

A anyagegyenletek az állapotváltozók közötti kapcsolatot leíró függvények. A feszültség-alakváltozás leírása feszültség tenzorok (pl. nettó normálfeszültség tenzor és a hidrosztatikus szívás tenzor) és a megfelelő alakváltozási tenzorok közötti összefüggés megadásával történik. Az összefüggések rugalmas állapot feltételezése esetén egyszerűbbek, rugalmas - képlékeny állapot feltételezése esetén bonyolultabbak, és függenek a feszültségi pályától.

Térfogati viselkedés - általános rugalmasságtani leírás

Teljes talajelem

Az alakváltozási tenzor elemeinek felhasználásával, telítetlen esetben, homogén és izotróp talaj esetén:

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma''_x}{E} - \frac{\mu}{E} (\sigma''_y + \sigma''_z) + \frac{s}{H} \quad (11)$$

$$\varepsilon_y = \frac{\sigma''_y}{E} - \frac{\mu}{E} (\sigma''_x + \sigma''_z) + \frac{s}{H} \quad (12)$$

$$\varepsilon_z = \frac{\sigma''_z}{E} - \frac{\mu}{E} (\sigma''_x + \sigma''_y) + \frac{s}{H} \quad (13)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} \quad (14)$$

$$\gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G} \quad (15)$$

$$\gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{G} \quad (16)$$

ahol ε_x a talajelem normálirányú alakváltozása x irányban, $\sigma''_x = \sigma_x - u_a$ a nettó normálfeszültség x irányban, μ a Poisson-tényező, γ_{xy} nyírási alakváltozás a z normális síkon, E a talaj nettó normálfeszültségre vonatkozó rugalmassági modulus, H a talajszerkezet szívásra vonatkozó rugalmassági modulus, G nyírási modulus:

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} \quad (17)$$

A teljes talajelem térfogati alakváltozása (ε) telítetlen talaj esetén:

$$\varepsilon = \sigma'' \frac{3(1-2\mu)}{E} + s \frac{3}{H} \quad (18)$$

ahol σ'' az átlagos nettó normálfeszültség.

Telített talaj esete $u_a = u_w$ alapján nyerhető.

Vízfázis

A vízfázis teljes térfogathoz viszonyított térfogati alakváltozása (ε_w) telítetlen talaj esetén:

$$\varepsilon_w = \frac{V_w}{V_0} = \frac{3}{E_w} \sigma'' + \frac{s}{H_w} \quad (19)$$

ahol E_w a vízfázis térfogati modulusa σ'' vonatkozásában, H_w a vízfázis térfogati modulusa az s vonatkozásában.

Telített talaj esetén, mivel $\sigma' = \sigma''$, $s = u_a - u_w = 0$ és $\varepsilon = \varepsilon_w$:

$$\frac{3(1-\mu)}{E} = \frac{3}{E_w} \quad (20)$$

Levegőfázis

A levegőfázis térfogatváltozására vonatkozó fizikai egyenlet nem független, hanem a teljes talajelem fizikai egyenletének és a víz fizikai egyenletének különbsége, hiszen felhasználva a folytonossági feltételt:

$$\varepsilon_a = \varepsilon - \varepsilon_w \quad (21)$$

Ennek alapján telített esetben $\varepsilon_a = 0$ adódik.

Ödométeres (K_0) kompresszió

A K_0 állapotban, telítetlen talajok esetén felírható:

$$d\varepsilon = \frac{(1-2\mu)(1+\mu)}{(1-\mu)E} (\sigma - u_a) + \frac{1+\mu}{H(1-\mu)} (u_a - u_w) \quad (22)$$

$$d\varepsilon_w = \frac{(1+\mu)}{(1-\mu)E_w} (\sigma - u_a) + \left(\frac{1}{H_w} - \frac{2EH}{E_w(1-\mu)} \right) (u_a - u_w) \quad (23)$$

A telített talajok esetén:

$$d\varepsilon = \frac{(1-2\mu)(1+\mu)}{(1-\mu)E} (\sigma - u_w) \quad (24)$$

A telített talajok esetén ($s=0$) az átlagos hatékony normálfeszültség (σ') és hatékony függőleges feszültség (σ'_z) K_0 állapotban:

$$\sigma' = \sigma'_z \frac{1+\mu}{(1-\mu)3} \quad (25)$$

Feltéve, hogy $0.5 \geq \mu \geq 0$:

$$1 \geq \frac{1+\mu}{3(1-\mu)} \geq \frac{1}{3} \quad (26)$$

A K_0 állapotban a térfogati és a függőleges alakváltozás egyenlő ($\varepsilon = \varepsilon_z$), és a két leírás közötti kapcsolat:

$$\varepsilon_z = \varepsilon = \sigma'_z \frac{(1-2\mu)}{E} \frac{1+\mu}{1-\mu} = \frac{\sigma'_z}{E_s} = \sigma' \frac{3(1-2\mu)}{E} = \frac{\sigma'}{K} \quad (27)$$

ahol μ Poisson tényező, K térfogati modulus.

Invariánsokban megfogalmazott rugalmasságtani leírás a térfogati kompressziós együtthatók felhasználásával

A Terzaghi által bevezetett térfogati kompressziós együttható (m_v) fogalmát alkalmazva és kibővítve a fenti egyenletek egyszerű formában foglalkozhatók össze, amelyet itt inkrementális alakban írunk. A teljes talajelem alakváltozása:

$$d\varepsilon = m_1^s d\sigma'' + m_2^s ds \quad (28)$$

a vízfázis fizikai egyenlete:

$$d\varepsilon_w = m_1^w d\sigma'' + m_2^w ds \quad (29)$$

a levegőfázis fizikai egyenlete:

$$d\varepsilon_a = m_1^a d\sigma'' + m_2^a ds \quad (30)$$

ahol az anyagállandók a következő, telítetlen talajokra vonatkozó térfogati kompressziós együtthatók: m_1^s a σ'' - ε ábrázolás hajlása, m_2^s az s - ε ábrázolás hajlása, m_1^w a σ'' - ε_w ábrázolás hajlása, m_2^w az s - ε_w ábrázolás hajlása, m_1^a a σ'' - ε_a ábrázolás hajlása, m_2^a az s - ε_a ábrázolás hajlása. Mivel a harmadik egyenlet nem független, $m_1^a = m_1^s - m_1^w$; $m_2^a = m_2^s - m_2^w$. Telített állapotban $m_1^s = m_1^w = m_v$, és $m_1^a = 0$.

A K_0 állapotra vonatkozó (σ'_z) és az átlagos hatékony normálfeszültségre (σ') vonatkozó leírásmód kapcsolata lineáris:

$$\varepsilon_z = \varepsilon = \sigma'_z \frac{(1-2\mu)}{E} \frac{1+\mu}{1-\mu} = \frac{\sigma'_z}{E_s} = \sigma' \frac{3(1-2\mu)}{E} = \frac{\sigma'}{K} \quad (31)$$

ahol μ a Poisson-tényező. Így átlagos hatékony normálfeszültség (σ') az ödométeres feszültség (σ'_z) alapján számolható μ ismeretében:

$$\sigma' = \sigma'_z \frac{1+\mu}{3(1-\mu)} \quad (32)$$

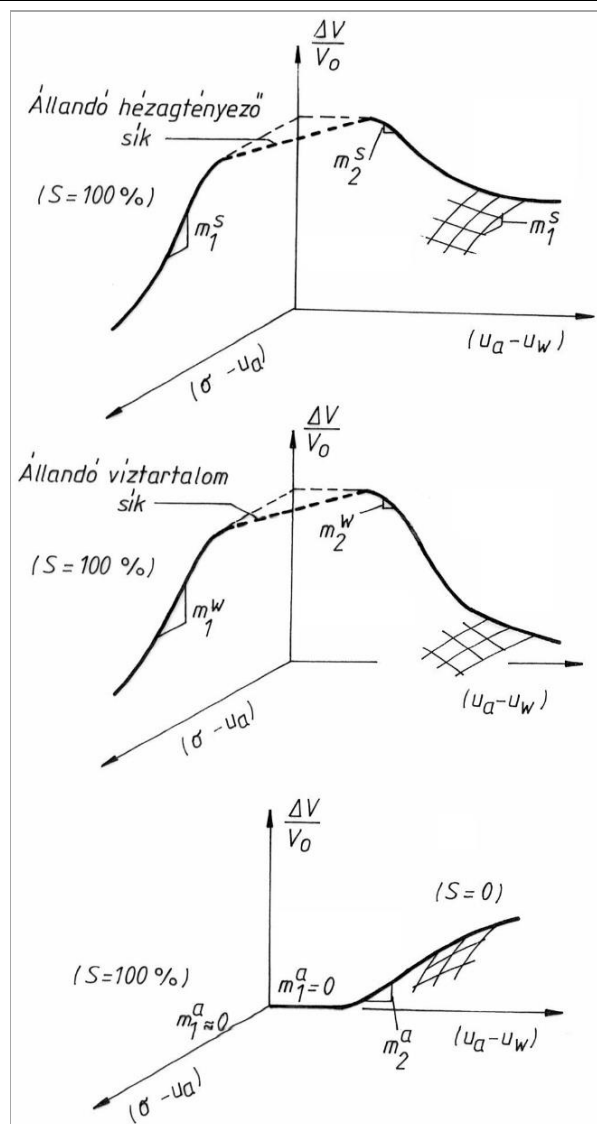
és a szorzó értékének terjedelme $0.5 \geq \mu \geq 0$ esetén:

$$1 \geq \frac{1+\mu}{3(1-\mu)} \geq \frac{1}{3} \quad (33)$$

A VÍZTARTÁSI GÖRBE ELMÉLETE

Az invariánsokban megfogalmazott összefüggések nem-linearitása

A térfogati viselkedést a legegyszerűbb esetben is (invariánsok használata esetén) két független felület írja le. E felületek nemlineárisak (*I. ábra*), a kompresszibilitás lényegesen nagyobb első terhelés esetén, mint tehermentesítés, illetve újratelhelés esetén. A tehermentesítési és újratelhelési ágak nem azonosak, hiszterézis tapasztalható. Maga a felület feszültségi-pálya függő.



1. ábra. Az invariánsok közötti kapcsolat jellege mérések alapján (Imre 2008 és 2009)

(Megjegyzés: Az $s=0$ sík azonos a telített állapot síkjával, az $S=100\%$ síkkal.)

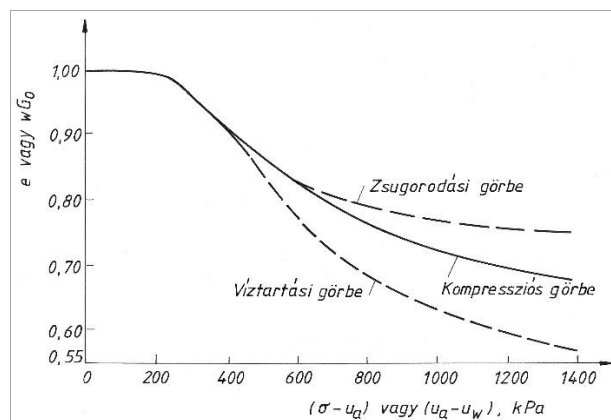
Figure 1. The nature of the relationship between invariants based on measurements (Imre 2008 and 2009)

A két felület ($(\sigma'', s \rightarrow \varepsilon)$ és $(\sigma'', s \rightarrow \varepsilon_w)$) helyett – a laboratóriumi gyakorlatban – sok esetben csak azok bizonyos síkokkal vett metszésvonalát mérik. Nevezetesen síkok az $s=0$ sík („telített állapot síkja”) illetve a $\sigma''=0$ sík („zérus terhelésű sík”). A két felület $s=0$ síkkal vett metszete ugyanaz a függvény (mivel $\varepsilon=\varepsilon_w$). Ez a $\varepsilon-\sigma'$ függvény a kompressziós görbe.

A két felületnek az $\sigma''=0$ síkkal vett metszete két különböző görbe, ezek a következők: ε_w-s a víztartási görbe és $\varepsilon-s$ zsugorodási görbe vagy kiszáradási görbe (a $\sigma'', s \rightarrow \varepsilon$ felület $\sigma=0$ síkkal vett metszete a zsugorodási görbe, a $\sigma'', s \rightarrow \varepsilon_w$ felület $\sigma=0$ síkkal vett metszete a víztartási görbe).

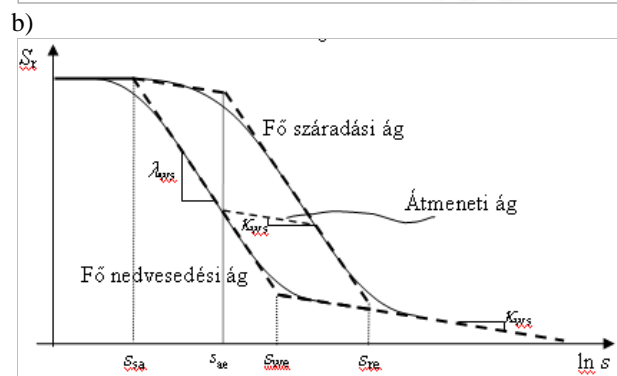
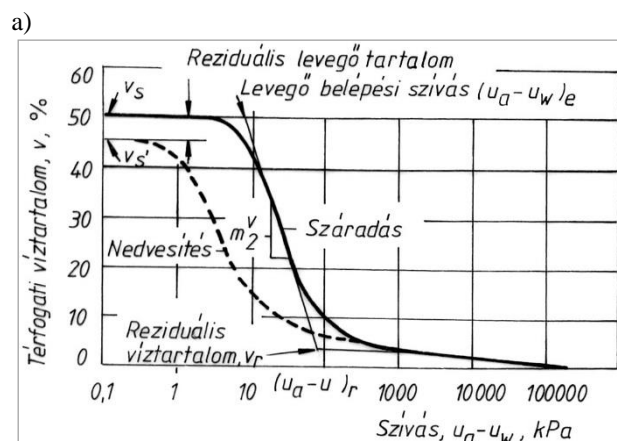
A zsugorodási határ kísérlet során a térfogat-víztartalom kapcsolatot mérik. A víztartalom-szívás összefüggés alapján előállítható a térfogat-szívás kapcsolat. A víztartási görbe a legfontosabb telítetlen talaj függvény (2.

ábra), értelmezik bármely más állandó $\sigma''>0$ esetén is, ekkor alakja kicsit eltér. Csak telítetlen talajon végzett kísérlettel határozható meg. A telített talajok többszakaszos kompressziós kísérletéhez hasonló kísérlet, de időtartama lényegesen hosszabb, általában egy hónap.



2. ábra. A zsugorodási görbe, a kompressziós görbe és a víztartási görbe közötti kapcsolat jellege mérési eredmény alapján (Imre 2008 és 2009)

Figure 2. The nature of the relationship between the shrinkage curve, the compression curve and the water retention curve based on the measurement result (Imre 2008 and 2009)



3. ábra. A víztartási görbe talajmechanikai jelölésrendszere (a) és rugalmas-képlékeny modellje (b). (Imre 2008 és 2009)

Figure 3. The marking system of soil mechanics (a) and the elastic-plastic model (b) of the water retention curve (Imre 2008 and 2009)

Talajmechanikai jelölések

A víztartási görbe talajmechanikai jelölésrendszere látható a 3. ábrán. Három jól elkülöníthető tartomány különböztethető meg: 1. tartomány: A levegő belépési szívás el-

érésig a talajminta vízzel gyakorlatilag telített. A víztartalom nem változik, a görbe közel vízszintes; 2. tartomány: A szívás növekedésével rohamosan csökken a víztartalom és nő a levegőtartalom; 3. tartomány: A szívás növekedésével csak kis mértékben csökken a víztartalom. A görbe ellapul. Az 1 000 000 kPa felső határ a nedvesség porózus anyagból való kivonásának problémájához kapcsolódó termodinamikai megfontolásokon alapul. Ez a vízfázisnak az az energiaszintje, ahol bármely porózus anyag relatív nedvességtartalma zérusra csökken. Általában csak a száradási ágot mérjük egy kezdeti telített állapotból.

A rugalmas-képlékeny értelmezés

Az állapotváltozók közötti kapcsolatot leíró anyag-egyenletek kifejlesztése során bonyolultabb, kontinuum-mechanikai modellek megalkotása során kialakították a víztartási görbe rugalmas-képlékeny értelmezését (Sheng és társai 2008, Imre és társai 2012a).

A víztartási görbe hiszterézise általában nagyobb jelentőségű annál, semhogy el lehessen hanyagolni. Emiatt ezt a görbét ki kell egészíteni egy nedvesedési ággal, amit a s_{we} víz belépési érték, valamint az előzőekben leírt s_{ws} meredekség jellemez (3b. ábra). Az S_r fő száradási (deszorpciós) és nedvesedési (adszorpciós) ágai közötti visszafordítható átmenetek leírására egy s_{ws} meredekségű, párhuzamos vonalsereg szolgál. A víztartási görbe egy fő száradási és egy fő nedvesedési ággal jellemezhető (ezek mentén képlékeny az állapot), ezek közé is eshet a tényleges görbe egy szakasza (ezek mentén rugalmas az állapot). A javasolt rugalmas-képlékeny modell a 3. ábrán látható. Első közelítésként tételezzünk fel szakaszonként lineáris összefüggést a telítettségi fok és a szívás logaritmus között:

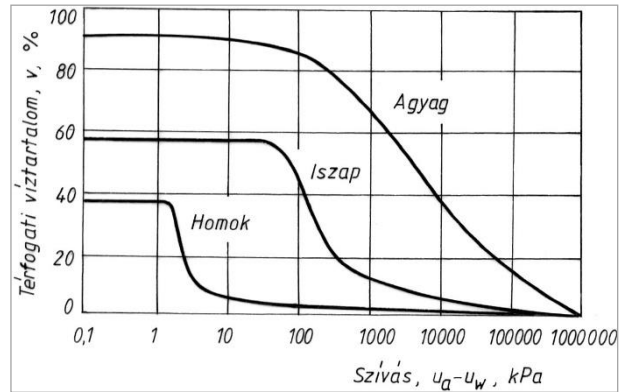
$$ds_r = -\lambda_{ws} \frac{ds}{s} \quad (49)$$

ahol a s_{ws} meredekség a szívás értékével változhat. A telítettséghez tartozónál kisebb szívás esetén a talaj telített, a telítettségi fok lényegében konstans. A reziduális szívásnál nagyobb értékekre a víztartalom fokozatosan nullára csökken 10⁶ kPa-ig (Fredlund és Rahardjo 1993). Száradó talajnál a s_{ws} (képlékeny állapotot jelző) meredekség a levegő belépési és a reziduális víztartalomhoz tartozó szívás között állandónak tételezhető fel (Wheeler és társai 2003). Ezek alapján, a 3b. ábra szerint

$$\lambda_{ws} = \begin{cases} 0 & s < s_{sa} \\ \kappa_{ws} & s_{sa} < s < s_{ae} \\ \lambda_{ws} & s_{ae} < s < s_{re} \\ \kappa_{ws} & s_{re} < s \end{cases} \quad (50)$$

ahol s_{ae} a levegő belépési szívás, és s_{re} a reziduális víztartalomhoz tartozó szívás.

E modell esetén a fő ágak meredekségét a száradási ág levegő belépési és reziduális víztartalomhoz tartozó szívások közötti szakaszának a meredekségével egyezőnek tekintjük. A nedvesedési ág víz belépési érték feletti szakaszát is s_{ws} (rugalmas állapotot jelző) meredekségűnek tételezzük fel (lásd 3b. ábra). Az itt alkalmazott egyszerűsítések hasonlóak a Wheeler és társai (2003) modellhez. Ebben az egyszerűsített modellben a teljes telítettséghez tartozó legnagyobb szívás érték a telítési szívás (s_{sa}), és nem a levegő belépési szívás (s_{ae}).



4. ábra. Különböző szemeloszlású talajok jellegzetes száradási ágon vett víztartási görbéje (Imre 2008 és 2009)

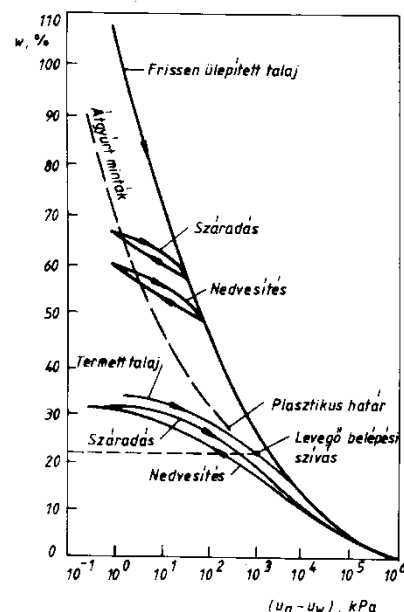
Figure 4. Water retention curves measured in characteristic drying branch of soils which have different grain size distribution (Imre 2008 and 2009)

A talaj típusának és kezdeti állapotának hatása

Három lényegesen eltérő szemeloszlású talaj (szemcsés, átmeneti, kötött) víztartási görbéje látható a 4. ábrán. A háromféle talaj víztartási görbéje jellegében hasonló. Az eltérés a különböző szemeloszlással (póruster-eloszlással) magyarázható.

Az 5. ábrán Croney és Coleman (1958) londoni agyagon végzett kísérleteinek eredményei láthatók. Kísérleteiket annak megállapítására végezték, hogy a talajt ért korábbi hatásoknak (kiszáradás, telítődés, átgúrással) milyen a hatásuk a víztartalom-szívás görbére.

A termett talaj víztartási görbéje a kezdeti szakaszon nagymértékben eltér az azonos anyagból vízben ülepített minta görbétől. Ennek valószínű oka, hogy az első kiszáradás irreverzibilis változást okoz a pórusméret-eloszlásban. Hasonló jelenséget figyeltek meg, ha egy talajt különböző víztartalmakon tömörítették, ekkor is egyértelmű a kapcsolat w és $(u_a - u_w)$ között.



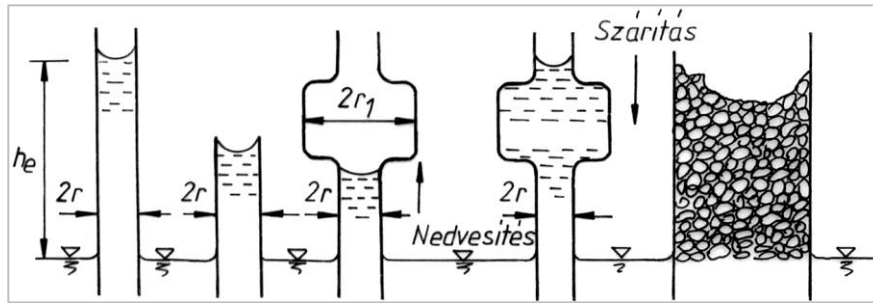
5. ábra. A feszültségi előzmények hatása a víztartási görbére (Imre 2008 és 2009)

Figure 5. The effect of the stress history on the water retention curve (Imre 2008 and 2009)

A víztartási görbe hiszterézisének oka

A víztartási görbe nem azonos szárítási és nedvesítési kísérletnél, hiszterézis lép fel (6. ábra). A kísérletnél melynél a mintát először telítjük ($S=1$), majd a szívás növelésével csökkentjük a víztartalmat v_s – telítési víztartalom mérhető. Míg fordított esetben, mikor a kiszáritott mintát a szívás csökkentésével telítjük $v_s' (< v_s)$ telítési víztartalom mérhető. A $v_s - v_s'$ reziduális levegő tartalom (tehát az a levegő tartalom mely nedvesítési kísérletnél a mintában marad) jellemzi a hiszterézist.

A talaj hézagrendszere sem állandó átmérőjű, hanem zegzugos (szűkülő-táguló) kapillárisrendszert alkot. A nem állandó kapilláris csőméret példája (Jamin-féle cső) felhasználható arra, hogy megértsük a víztartási görbe hiszterézisét. A hiszterézis fizikai magyarázata, hogy a változó átmérőjű kapilláris csőben a vízoszlop magassága két egyensúlyi helyzetben is állandósulhat, attól függően, hogy az egyensúlyi rendszer hogyan jött létre (6. ábra).



6. ábra. A változó geometria hatása a kapilláris emelkedésre (Imre 2008 és 2009)

Figure 6. The effect of variable geometry on capillary rise (Imre 2008 and 2009)

A VÍZTARTÁSI GÖRBE MATEMATIKAI LEÍRÁSA PARAMÉTERES FÜGGVÉNYEKEL

A laboratóriumi mérés során a talaj víztartalmát (v) néhány, előre megállapított szívás ($u_a - u_w$) értékhez határozzuk meg, azaz a víztartási görbének csak néhány pontja ismert általában. A felhasználás érdekében célszerű ezen pontokra matematikailag leírható függvényt illeszteni.

A továbbiakban néhány empirikus víztartalom – szívás függvényt mutatunk be az illesztés során (maximálisan) meghatározható paraméterek számának függvényében. Az r alsó index a reziduális víztartalomra illetve az ehhez tartozó szívásra, s alsó index pedig a telített állapot víztartalmára utal.

Williams (1983) modellje (Fredlund és Rahardjo 1993):

$$\ln s = a + b \ln v \quad (34)$$

ahol v térfogati víztartalom, $s = u_a - u_w$ szívás, a , b paraméterek.

Gardner (1958) modellje:

$$v = v_r + \frac{v_s - v_r}{1 + (as)^n} \quad (35)$$

ahol v térfogati víztartalom, $s = u_a - u_w$ szívás, a paraméterek: v_r , v_s , a , n .

Brooks – Corey (1964) modellje (Fredlund és Rahardjo 1993):

$$v = v_r + (v_s - v_r) \left(\frac{1}{a\Psi} \right)^n \quad (36)$$

ahol v térfogati víztartalom, $s = u_a - u_w$ szívás, a paraméterek: v_r , v_s , a , n .

McKie – Bumb (1984) modellje (Fredlund és Rahardjo 1993):

$$v = v_r + (v_s - v_r) e^{\frac{a-s}{b}} \quad (37)$$

ahol v térfogati víztartalom, $s = u_a - u_w$ szívás, a paraméterek: v_r , v_s , a , b .

McKie – Bumb (1987) modellje (Fredlund és Rahardjo 1993):

$$v = v_r + \frac{v_s - v_r}{1 + e^{\frac{s-a}{b}}} \quad (38)$$

ahol v térfogati víztartalom, $s = u_a - u_w$ szívás, a paraméterek: v_r , v_s , a , b .

Fredlund – Xing (1994) modellje:

$$v - v_r = \frac{v_s - v_r}{\left\{ \ln \left[e + \left(\frac{u_a - u_w}{a} \right)^n \right] \right\}^m} \quad (39)$$

ahol v térfogati víztartalom, $s = u_a - u_w$ szívás, a paraméterek $v_s - v_r$, a , n , m .

Fredlund – Xing (1994) modellje és ennek egyszerűbb változata:

$$v = \left[1 - \frac{\ln \left(1 + \frac{s}{\Psi_r} \right)}{\ln \left(1 + \frac{1000000}{s_r} \right)} \right] \frac{v_s}{\left\{ \ln \left[e + (as)^n \right] \right\}^m} \quad (40)$$

$$v = \frac{v_s}{\left\{ \ln \left[e + (as)^n \right] \right\}^m} \quad (41)$$

ahol v térfogati víztartalom, $s = u_a - u_w$ szívás, a paraméterek w_s , s_r , a , n , m .

van Genuchten (1980) modellje:

$$v = v_r + \frac{v_s - v_r}{\left(1 + [as]^n \right)^m} \quad (42)$$

van Genuchten (1980) egyszerűsített modellje, amelyben kevesebb paraméter található (mivel $m=1-1/n$):

$$v = v_r + \frac{v_s - v_r}{\left(1 + (as)^n \right)^{\left(1 - \frac{1}{n} \right)}} \quad (43)$$

ahol v térfogati víztartalom, $s = u_a - u_w$ szívás, a paraméterek v_s , v_r , a , n , m .

A fenti egyenletek mérési adatokra való illesztése során az ismeretlen paraméterek száma kevesebb vagy egyenlő lehet, mint a víztartási görbe mért pontjainak száma.

A VÍZTARTÁSI GÖRBE FELHASZNÁLÁSA

A víztartási görbe a telítetlen talajok jellemzésére szolgáló egyik legfontosabb függvény. A következő alkalmazásokat mutatjuk be: szilárdsági feladatok, szivárgási feladatok, térfogatváltozási feladatok empirikus megoldása, talajtani alkalmazás.

Szilárdsági feladatok

A telítetlen talajokra vonatkozó Mohr-Coulomb feltétel (7. ábra):

$$\tau = c + (\sigma - u_a) \tan \phi + (u_a - u_w) \tan \phi^b \quad (44)$$

ahol: τ - nyírószilárdság,

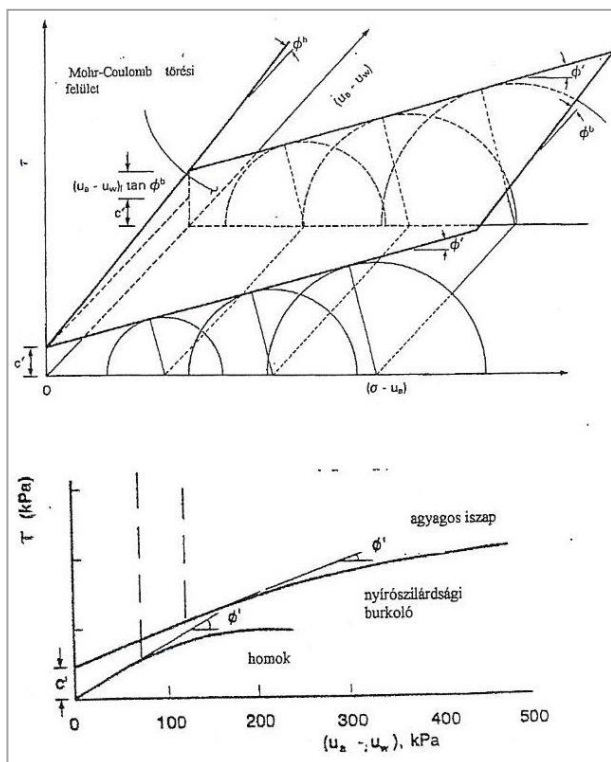
c - kohézió,

$(\sigma - u_a)$ - nettó normálfeszültség,

$(u_a - u_w)$ - kapilláris szívás,

ϕ - belső súrlódási szög,

ϕ^b - kapilláris szívástól függő súrlódási szög,



7. ábra. Nyírószilárdsági és feszültségi állapotváltozók összefüggése telítetlen talajok esetén (Imre 2008 és 2009)

Figure 7. The correlation between shear stress and stress status variables for unsaturated soils (Imre 2008 and 2009)

E kifejezésben a ϕ^b szög a kapilláris szívás függvénye, és a kapilláris szívás függvényében változik. A levegő belépési szívásig $\phi^b = \phi$, ezután ϕ^b csökken és 0 - hoz tart, egyes esetekben negatívvá válik. Ennek oka, hogy a víztartalom csökkenésével csökken a kapcsolatban lévő víz mennyisége.

A víztartási görbe integrálásának segítségével oldja meg a ϕ^b - nek a kapilláris szívástól való függését az alábbi

megközelítés. A nyírószilárdsági feltétel a szívás függvényében (Fredlund és Xing 1995):

$$\tau(u_a - u_w) = c + (\sigma - u_a) \tan \phi + \int_0^{u_a - u_w} [v_n(u_a - u_w)]^p d(u_a - u_w) \tan \phi \quad (45)$$

ahol: $v_n(u_a - u_w)$ - normalizált víztartási görbe.

Szivárgási feladatok

Az áramlás differenciálegyenlete (2D esetben) telítetlen talaj, kétdimenziós áramlás, állandó teljes feszültség és légnyomás mellett:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + q = \gamma_w m_2^w \frac{\partial h}{\partial t} \quad (46)$$

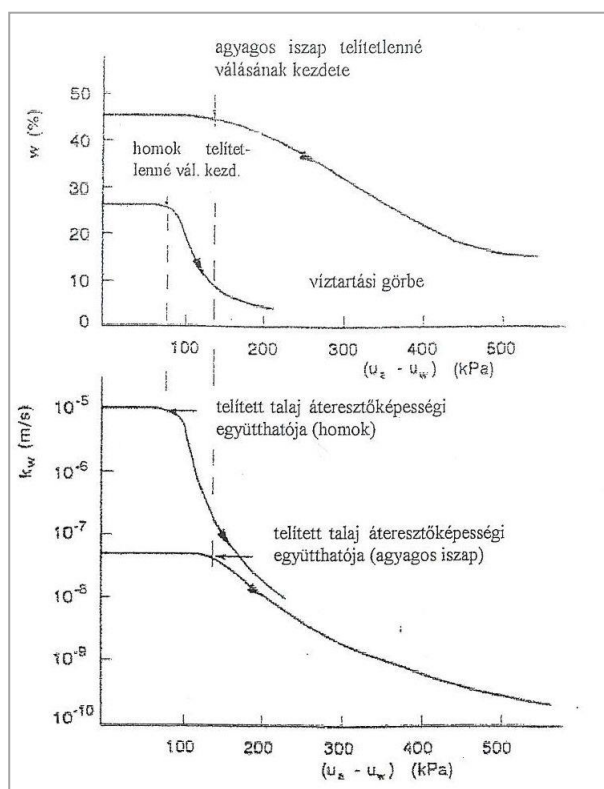
Az egyenlet szerint az elemi testből ki- és az elemi testbe beáramló víz mennyiségének különbsége egyenlő a térfogati víztartalom változásával.

Az áramlás egyenletében felhasználásra került az m_2^w paraméter a talaj tározási jellemzője, mely a víztartási görbe meredeksége:

$$m_2^w = \frac{\partial v}{\partial (u_a - u_w)} \quad (47)$$

Az áteresztőképességi együttható

A Darcy törvény érvényes telítetlen talajokra is (a vízfázis és a levegőfázis áramlására egyaránt), de a k áteresztőképességi együttható nem állandó. A k áteresztőképességi együttható lényegében csak a víztartalomtól függ. Így az áteresztőképességi együttható a szívás függvényében, a víztartási görbe felhasználásával is megadható (8. ábra).



8. ábra. A víztartási görbe és az áteresztőképességi együttható összefüggése (Imre 2008 és 2009)

Figure 8. Relationship between the water retention curve and the permeability coefficient (Imre 2008 and 2009)

Hatalmas irodalma van az áteresztőképességi együtt-ható – szívás függvény víztartási görbéből kapilláris elméleti megfontolások alapján történő meghatározásának. Itt csak *van Genuchten (1980)* zárt alakú megoldását mutatjuk be, amely a gyakorlatban jól használható, és a paraméterek azonosak a víztartási görbe paramétereivel:

$$k_r = \frac{\left\{1 - (as)^{n-1} \left[1 + (as)^n\right]^{-m}\right\}^2}{\left[1 + (as)^n\right]^{m/2}} \quad (48)$$

Térfogatváltozási feladatok egyszerű megoldása

Térfogatváltozó talajok emelkedésének számításához az empirikus módszerek a négy térfogatváltozási összefüggés valamelyikét használják fel ($e - (\sigma - u_a)$; $e - (u_a - u_w)$; $v - (\sigma - u_a)$; $v - (u_a - u_w)$). A víztartási görbe meghatározása után ($v - (u_a - u_w)$) a másik három összefüggés telített talajokon végzett kísérletek adatai alapján meghatározható.

A víztartási görbe felhasználható térfogatváltozási feladatok empirikus megoldására. Példaként említhető Richard módszere, duzzadó talaj emelkedésének számítása. A talajminta laboratóriumi víztartási görbéjét használja fel ez a módszer. Az adott mélységben mért szívást alapul véve számítja a víztartalom változását, amit egy empirikus összefüggés alapján térfogatváltozásra számít át.

A víztartási görbe talajtani jelölésrendszere

A víztartási görbe ábrázolása és jellemző pontjainak talajtani jelölése a 9. ábrán látható. A víztartási görbe talajtanban fontos pontjainak jelentése a következő. A h_y higroszkóposság az a víztartalom a talajban, mely akkor alakul ki, ha az 50%-os relatív páratartalmú levegővel érintkezik. A HV holtvíztartalom az a víztartalom, mely esetén a kiválasztott növény hervadásnak indul.

A VK_{sz} szabadföldi vízkapacitás az a vízmennyiség, amelyet a természetes rétegzettségű és mély talajvízszintű (onnan jelentős kapilláris vízutánpótlást nem kapó) talaj a felszínére jutó víz mennyiségéből befogadni, elraktározni és a gravitációs erő ellenében visszatartani képes.

A DV hasznosítható vízkészlet a szabadföldi vízkapacitás és a holtvíztartalom különbsége, mely a növények által felvehető. A VK_T a teljes vízkapacitás, a vízzel teljesen telített (kétfázisú) talaj térfogatszázalékban kifejezett nedvességtartalma. A P₀ az összporozítás, a talaj pórusainak össztérfogata, mellyel közelítően megegyezik a teljes vízkapacitás.

A VÍZTARTÁSI GÖRBE MEGHATÁROZÁSA SZÁMÍTÁSSAL

A víztartási görbe meghatározása a laboratóriumi mérésekkel időigényes és költséges. A gyakorlat számára ezért fontos a görbe meghatározása közelítő módszerekkel, ezek a következők:

a. *Szemeloszlási görbéből kapilláris elméleti megfontolások alapján meghatározott víztartási görbe.*

Felhasználva azt, hogy a víztartási görbét elsősorban a talaj szemeloszlása és pórustér eloszlása határozza meg ezen adatokból számítható a víztartási görbéje is. Elméleteket dolgoztak ki a pórustér modellezésére adott szemeloszlás

esetén. Így az adott talaj szemeloszlási görbéjéből az elméletek felhasználásával, számítással állítják elő a víztartási görbéjét (pl. *Arya és Paris 1981*).

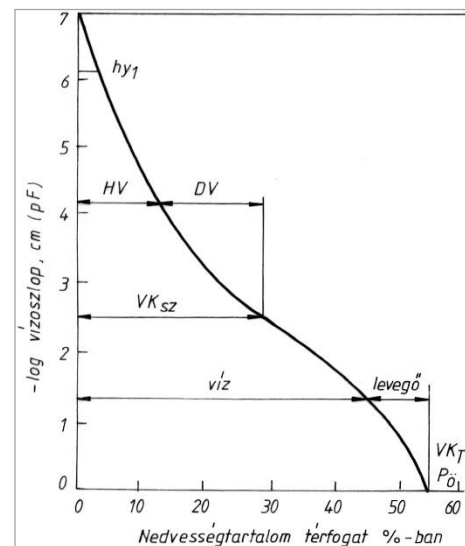
b. *A szemeloszlási görbéből adatbázis felhasználásával meghatározott víztartási görbe.*

A szemeloszlási és a víztartási görbe között összefüggés tapasztalható. A laboratóriumi mérések eredményeiből, amelyek során víztartási és szemeloszlási görbét is meghatároztak, adatbázist hoztak létre. Így az adott talaj szemeloszlási görbéjéből, az adatbázis adatainak felhasználásával, becsülni tudják a víztartási görbéjét.

Az előzőekben leírt elméletek alapján, gyakorlati célokra módszert dolgoztak ki egyszerűen mérhető talajparaméterek alapján a víztartási görbe meghatározására. Az egyenletben a regressziós együtthatók és korrelatív független változók egyszerűen mérhető talajparaméterek függvényében adóttak. Ezen talajparaméterek a szemeloszlás egyes pontjai, szervesanyag-tartalom, tömörség (*Rajkai 1993*).

c. *A szemeloszlási görbéből a szemeloszlási entrópia alapján – homokok esetén, közelítő interpolációval – meghatározott víztartási görbe.*

E módszer alapelve, hogy mivel lehetetlen minden, a szemeloszlási görbék terében felvett interpolációs ponthoz megmérni a víztartási görbét, ezért azt csak néhány, gondosan kiválasztott, átlagos szemeloszlási görbéhez mérik meg, és a szemeloszlási entrópia diagramon közelítően interpolálják az eredményt (*Imre és társai 2012*). Minden szemeloszlási görbéhez tartozik egy pont ebben a diagramban. Az ehhez tartozó pont alapján leolvasható a paraméterek közelítő értéke.



9. ábra. A víztartási görbe talajtani jelölésrendszere (Rajkai 1984)

Figure 9. Soil marking system for the water retention curve (Rajkai 1984)

ÖSSZEFOGLALÁS

A telítetlen talajban lejátszódó szivárgási, szilárdsági és állékonysági problémák tárgyalása akár lokális, akár hidrogeológiai léptékben elképzelhető. E problémák megoldása (pl. hulladéklerakók anyagában, szigetelésében; tavak és vízfolyások környezetében, víztartó gátakban lejátszódó vízáramlás leírása) hagyományos módon, a telített talaj-

mechanika eszközeivel kielégítő pontossággal megoldhatatlan. Ha figyelembe vesszük, hogy a telített állapot a telítetlen állapot része, speciális esete, és telítetlen modellt használunk, akkor a modellezés során a telített - telítetlen zóna határa is kiadódik, és a jelenségek pontosabban leírhatók.

A telítetlen talajok elméletei két feszültségi változón (a szívás is megjelenik) alapulnak. A legtöbb, kereskedelembe is kapható számítógépes program (pl. Soilvision) a mérhető fázis-feszültségekből képzett redukált teljes feszültség $\sigma' = (\sigma - u_a)$, és szívás $s = (u_a - u_w)$ feszültségi változókat használja. Két kinematikai változót (pl. a teljes talajelem alakváltozása mellett a vízfázis térfogat-változását) használnak.

Az anyagmodellek paraméterei általában a szívástól függenek. A legfontosabb telítetlen talaj függvény a víztartalom - szívás összefüggés, az ún. víztartási görbe. A víztartási görbe a telített talajok kompressziós görbéjének felel meg. Ugyanúgy van szűz és előterhelt ág, első kiszáradás és nedvesítési görbe szakasz. A víztartási görbe alapján több más telítetlen talaj függvény is meghatározható. (Többek között a k tényező függvényt, illetve a sűrűlási tényező függvényt ennek alapján számolják, csak a telített k tényezőt, illetve sűrűlási szöveget mérik.)

E cikk a víztartási görbe elméletét és több telítetlen talajfüggvény meghatározását ismertette, bemutatta a térfogat-változási problémák megoldásának elvét és a talajtani jelölésrendszert. A víztartási görbe meghatározása időigényes, ezért általában tapasztalati képletek alapján szokás becsülni. A szemeloszlás alapján történő interpolációhoz igen sok, a frakciószámmal exponenciálisan növekvő mennyiségű adat lenne szükséges, ezért általában csak a szemeloszlási görbe egyes pontjait használják egyéb talajfizikai jellemzőkkel kombinálva, mely eljárásokat a cikk szintén ismertette.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A közlemény a NKFP B1 2006 08 Jedlik Ányos pályázat támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

Arya, L.M., J. F. Paris (1981). A physico-empirical model to predict the soil moisture characteristic from particle-size distribution and bulk density data. *Soils Sci. Soc. Am. J.*, 45, 1023-103

Brooks, R. H., A. T. Corey (1964). Hydraulic properties of porous medium. Hydrology paper No. 3. Civ. Engineering Dept., Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.

Croney, D., J. D. Coleman, W. P. Black (1958). Movement and Distribution of Water in Soil in relation to Highway Design and Performance. Water and Its Conduction in Soils, Highway Res. Board, Special Report, Washington, DC, No. 40, pp. 226-252.

Fredlund, D.G., A. Xing (1994). Equations for the soil-water characteristic curve. *Canadian Geotechnical Journal*, Vol.31, pp 521-532.

Fredlund, D.G., A. Xing, S. Huang (1994). Predicting the permeability function for unsaturated soils using the

soil- water characteristic curve. *Canadian Geotechnical Journal*, Vol.31, pp. 533-546.

Fredlund, D.G., A. Xing, M. D. Fredlund, S: L. Barbour (1995). The relationship of the unsaturated shear strength to the soil-water characteristic curve. *Canadian Geotechnical Journal*. Vol.33, pp. 449-448.

Fredlund, D.G., H. Rahardjo (1993). Soil mechanics for unsaturated soils. John Wiley & Sons, New York, 560 p.

Fredlund, M.D., G. W. Wilson, D. G. Fredlund (1997). Prediction of soil-water characteristic curve from grain-size distribution. Proc. of the 3rd Brazilian Symposium on Unsaturated Soils Rio de Janeiro, Brazil, April 22-25. Vol. 1. pp. 13-24.

Firgi T. (1999). A telítetlen talajok víztartási görbéjének laboratóriumi meghatározása. Diplomamunka, BME EÖ GTT

Gardner W. R. (1958). Some steady state solutions of the unsaturated moisture flow-equation with applications to evaporation from a water-table. *Soil Science*, Vol.85, No.4.

Imre E., Czap Z, Telekes G. (1999). A telítetlen talajok feszültségi állapotváltozói. *Hidrológiai Közlöny*, 79. évf. 4. szám. pp. 197-202.

Imre E. Czap Z. Telekes G. (2002). A telítetlen talajok fizikai egyenletei. *Hidrológiai Közlöny*, 82. évf. 5. szám. 257-262.

Imre E., Havrán K., Lőrincz J., Rajkai K., Firgi T., Telekes G. (2005). A model to predict the soil water characteristics of sand mixtures. Int. Symp. on Advanced Experimental Unsat. Soil Mech. Trento June 27-29. Proceedings of the Advanced Experimental Unsaturated Soil Mechanics, Trento, Italy (Tarantino, Romero & Cui (editors)., Taylor & Francis Group, London, ISBN 0 415 38337 4, pp. 359-368.

Imre E, Laufer, Rajkai K, Firgi T, Havrán K, P Trang, Telekes G, Lőrincz J (2008). A homokfrakciók és homokkeverékek víztartási görbéjeközötti kapcsolat vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny*, 88. évf. 5. sz. pp. 52-56.

Imre E. (2009a). Az árvízvédelmi gátakban lejátszódó vízáramlás modellezése. *Hidrológiai Közlöny* 89:(2). pp. 62-65.

Imre E. (2009b). Az árvízvédelmi gátak telítetlen talajának egyes vízáramlási modelljei. *Hidrológiai Közlöny*. 2009 (3) 38-42.

Imre E. (2008) Telítetlen talajok geotechnikájának alapjai (1. és 2. bővített kiadás). Egyetemi jegyzet.

Imre E, Fityus S, Keszeyné E, Schanz T. (2011). A Comment on the Ratio of the Maximum and Minimum Dry Density for Sands. *SEAGS J Geotechnical Engineering* 42 (4). pp. 77-82.

Imre Emőke, Laufer Imre, Sheng Daichao (2012). A telítetlen talajok egyes talajmechanikai anyagmodelljei. *Hidrológiai Közlöny* 92. évf. 3. szám. pp. 55-73.

Imre E, Rajkai K, Firgi, Laufer I, Riccardo G and Jommi C (2012). Modified grading curve – SWCC relations. Proc. 2nd European Conference on Unsaturated Soils, E-UNSAT. Naples, 39-46.

Imre E, Rajkai K, Firgi, Laufer I, Riccardo G and Jommi C (2012a). Modified grading curve – SWCC relations. E-UNSAT.

Réthy L. (1974). Talajvíz a mélyépítésben. Akadémia Kiadó, Budapest

Richards, L. A. (1965). Physical Condition of Water in Soil. American Society of Agronomy, Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA.

Sheng D., Fredlund D. G., Gens A. (2008). A new modelling approach for unsaturated soils using independent stress variables. *Canadian Geotechnical Journal*, 45: 511–534.

Wheeler S. J., Sharma R. S., Buisson M. S. R. (2003). Coupling of hydraulic hysteresis and stress-strain behaviour in unsaturated soils. *Géotechnique*, 53: 41–54.

Történelmi pillanatkép

Rovatvezető: Fejér László, a Magyar Hidrológiai Társaság tiszteleti tagja.

BÁRÓ ORCZY LŐRINCZRŐL

300 évvel ezelőtt, 1718. augusztus 9-én, Tarnaörsön született báró Orczy Lőrinc, a hazai nemesi költészet kiemelkedő alakja, aki a hétéves háború harcmezéjén, saját költségén felállított lovasezrede élén szolgálta királynőjét, Mária Teréziát. Ami mindezek felül számunkra különösen érdekessé teszi személyét, hogy a királynő 1774-ben, mint Abaúj vármegye főispánját – kinevezte a Felső-Tisza és mellékfolyói (Bodrog, Ung, Latorca, Laborc stb.) szabályozásának királyi biztosává. Nem egészen fél éven belül a királyi biztos Tokajban gyűlést tartott az ügyben érintett vármegyék Abaúj, Ung, Bereg, Szabolcs, Szatmár és Zemplén küldötteivel. 1775. május 21-én Orczy megtette felterjesztését a szabályozás módjáról és végrehajtásáról. Jóllehet a királynő főleg a mellékfolyók vizeinek rendezésével és a felső-tiszai hajóút kitisztításával kapcsolatos teendők ellátásával bízta meg, a javaslatban először kapott hangot az egész folyóra kiterjedő átfogó szabályozás gondolata. Munkája nem volt igazán sikeres, amiről az egyik verses beszámolója is tanúskodik, amelyet levél formájában Barcsay Ábrahámnak küldött:

„...De mikor én repedt hajlongó hajótskán
Tekenő formára vésett tsolnakotskán
Ki tészem lelkemet véletlen veszélynek,
Béts, Pozson Társaim engem csak nevetnek.

Azt mondják, szükséges egy embert találni,
Ki tud szenvedéssel Országot tzirkálni:
Küldjük Ortzit, majd ő meg fogja vizsgálni,
Lehet e pénz nélkül nagy dolgot tsinálni.”

Amikor a királynő 1780 novemberében meghalt, és az új uralkodó, II. József felszólította Orczyt, hogy az összes elkészült térképet és a királyi biztos irományokat szolgáltatassa be a bécsi kormányzónak úgy, hogy saját zsebből fizetett kiadásainak megtérítéséről szó sem esett – a királyi biztos udvariasan meghajtotta magát és 1782-ben lemondott hivataláról. Pesten hunyt el 1789. július 28-án, két héttel a francia forradalom kitörését követően. Az utókor megőrizte emlékét, szakmánk például a KÖTIVIZIG területén kiépült Nagykunsági tározó ki- és beeresztő nagyműtárgyát róla nevezte el Orczy-zsilipnek.

F.L.

Fórum

Kugler Gyula, a BAKONYKARSZT Víz- és Csatornamű Zrt. vezérigazgatója, a Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) alelnöke, a Magyar Víziközmű Szövetség (MaVíz) elnökségi tagjának az MHT XXXVI. Vándorgyűlésén *A fenntartható fejlődési célok (SDG-k) és a hazai vízgazdálkodás* című szekcióban elhangzott előadásának szerkesztett változata, melynek egyes részletei megjelentek a *Vízmű Panoráma* 2018/6. számában is.

Mindenkit egyenlő eséllyel látunk el ivóvízzel?

Kugler Gyula

vezérigazgató, BAKONYKARSZT Víz- és Csatornamű Zrt.



Az ENSZ 2015-ben 193 tagország jóváhagyásával fogadta el a 2030-ig terjedő „Világunk átalakítása” című célprogramot. Ennek keretében 17 célt fogalmaztak meg. A 6. célként (SDG 6), melynek címe Tiszta víz és alapvető köztisztaság, megfogalmazta, hogy a vízhez és szanitációhoz történő hozzáférés és a fenntartható vízgazdálkodás biztosítása mindenki számára elérhető legyen, mindenki számára lehetővé váljon az egyetemes és egyenlő esélyű hozzáférés a biztonságos és megfizethető ivóvízhez (SDG 6.1).

Az alábbi táblázat összefoglalja a SDG 6 cél részletezését és azok indikátorait.

Cél	Indikátor
6. cél: Biztosítani a rendelkezésre álló és a fenntartható vízgazdálkodást és szanitációt mindenkinek	
6.1. 2030-ra elérni a mindenki számára hozzáférhető, általános és biztonságos vízellátást	6.1.1. a biztonságos ivóvíz szolgáltatáshoz hozzáférő népesség aránya
6.2. 2030-ra elérni a megfelelő és egyenlő hozzáférést a szennyvízelvezetéshez és szanitációhoz, különös tekintettel a nőkre és a nem biztonságos körülmények közt élőkre	6.2.1. hozzáféréssel rendelkező népesség aránya (a) a biztonságos szanitációhoz és (b) a szappannal és vízzel való kézmosáshoz
6.3. 2030-ra vízminőség javítása és a vízszennyezés csökkentése, a hulladék-szennyezés megszüntetése és a veszélyes vegyi anyagok kibocsátásának csökkentése, felére csökkentve a kezeletlen szennyvizet, jelentősen növelve az újrahasznosítást és a biztonságos újrafelhasználást globálisan	6.3.1. megfelelően kezelt és tisztított szennyvíz aránya 6.3.2. megfelelő mennyiségű felszíni vízkészlet, jó vízminőséggel
6.4. 2030-ra lényegesen növelni a víz újrahasznosítását minden ágazatban, biztosítva a fenntarthatóságot és a biztonságos ivóvízhez jutást, csökkenteni azoknak a számát, akik vízhiánytól szenvednek	6.4.1. változás a vízfelhasználás hatékonyságában 6.4.2. „vízfeszültség” szintje: édesvíz kitermelés az elérhető édesvíz készletek arányában
6.5. 2030-ra az integrált vízgazdálkodás általánossá tétele, határokon átvélt együttműködésekkel, ahol lehetséges	6.5.1. integrált vízgazdálkodás szintje 6.5.2. a határokon átvélt területek mértéke, operatív együttműködésekkel
6.6. 2020-ra, védeni és helyreállítani a vízzel kapcsolatos ökoszisztémákat, (hegyek, erdők, vizes élőhelyek, folyók, víztározók és tavak)	6.6.1. változás a vízhez kapcsolódó ökoszisztémák mértékében
6.a. 2030-ra kiterjeszteni a nemzetközi együttműködések és kapacitásnövelő támogatásokat a fejlődő országokban víz- és szanitációval kapcsolatos tevékenységekre és programokra, beleértve a víztermelés, sótalanítás, vízfelhasználás hatékonysága, szennyvízkezelés, újrahasznosítás és újrafelhasználás vonatkozásában	6.a.1. a víz- és szanitációval kapcsolatos fejlesztési támogatás, amely része a kormányok által elfogadott költségvetési terveknek
6.b. Támogatni és erősíteni a helyi közösségeket a víz- és szanitáció kezelésében	6.b.1. a víz- és szanitáció menedzsmentben résztvevő helyi közösségekkel eljárásrendek, és policy-k és helyi adminisztratív teendők megosztása

Magyarország Kormánya az ENSZ által meghatározott célprogram megvalósításával párhuzamosan kidolgoztatta és elfogadta a Nemzeti Vízstratégiát (Kvassay Jenő Terv 2017. (KJT)). Az 1110/2017. (III. 7.) Kormányhatározat a Nemzeti Vízstratégia és a végrehajtását biztosító intézkedési terv elfogadásáról, a gyakorlati megvalósítás legfontosabb mérföldköveit jelöli ki. A KJT 2030-ig terjedő stratégiai célokkal és 2020-ig terjedő középtávú intézkedési tervvel kívánja biztosítani az SDG 6 teljesülését.

Jelen cikkben az SDG 6.1. cél hazai teljesíthetőségének kérdéskörét kívánom bemutatni, az elérendő cél, a jelenlegi állapot és az előttünk álló főbb feladatok bemutatásával.

A KJT hosszú távú céljainak 4. pontja: „*Minőségi víziközmű-szolgáltatás és minőségi csapadékvíz-gazdálkodás elviselhető fogyasztói teherviselés mellett*”, mint értékrendi súlyponti feladatot határoz meg. Többek között célul tűzi ki, hogy „*a közüzemi vezetékes ivóvízellátással*

el nem látott lakosság saját célú ivóvízművel, korszerű módon történő megújítása/kialakítása szükséges. A hálózati rekonstrukciók megvalósításának következtében lényegesen csökken a vízvesztés, jó a szolgáltatási színvonal.”

A 2030-ig terjedő hosszú távú célok között olvashatjuk:

- A rekonstrukciók megvalósításával lényegesen csökken a vízvesztés, jó a szolgáltatási színvonal.
- El kell érni a minőségi víziközmű-szolgáltatást (kiépülő víziközmű-rendszerek fenntartása, meglévő rendszerek felújítása és pótlása) költségvetési forrás biztosításával.

A 2020-ig terjedő középtávú tervek között szerepel:

- Minden lakos számára megoldott az egészséges ivóvízhez jutás.
- A műszakilag indokolt esetekben az ivóvízellátó vezetékek cseréje és finanszírozásának megoldása a költségvetés terhére 2020-ig és azt követően.
- Kialakulnak az egészséges szolgáltató rendszeri méretek és gazdálkodás.
- Ivóvízbázisok biztonságba helyezése megtörténik.

A célok eléréséhez rendelt eszközök és intézkedések:

- A víziközművek rekonstrukciós programjának a kidolgozása, majd a rekonstrukció gazdasági alapjainak/forrásainak megteremtése és végrehajtása.
- Az Ivóvízbázis-védelmi Program állapotfelmérésének és tervezésének (diagnosztika), pénzügyi felteteleinek biztosítása. A vízbázis-védelemmel összhangban lévő vízbiztonsági tervek készítése. A te-

lepülésfejlesztés és vízbázis-védelem, felszín alatti vízkészlettel való gazdálkodás integrációjának erősítése.

- Közüemi vezetékes ivóvízellátással el nem látott lakosság korszerű egyedi vízellátása.
- A víziközmű-szolgáltatás működési költségeinek meghatározása.

A középtávú tervek végrehajtásának/végrehajthatóságának vizsgálatával tekintsünk bele a jelenlegi hazai helyzetbe és ütköztessük azokat a végrehajtandó feladatokkal.

TERV 2020-IG: MINDEN LAKOS SZÁMÁRA MEGOLDOTT AZ EGÉSZSÉGES IVÓVÍZHEZ JUTÁS

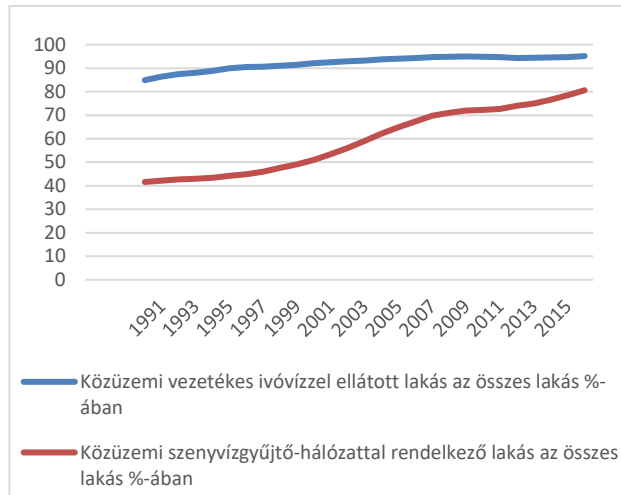
Ivóvíz ellátottság

A 2011. évben elfogadott a víziközmű-szolgáltatásról szóló 2011. CCIX. törvény (továbbiakban: Vksztv.) új alapokra helyezte a hazai víziközmű-szolgáltatást. A Vksztv. értelmében a víziközmű-rendszerek kizárólag állami, illetve önkormányzati tulajdonban lehetnek. A rendszerek tulajdonosai (egyben az ellátásért felelősök) a rendszerek üzemeltetésére vonatkozóan külön-külön szerződést kötöttek a víziközmű-szolgáltatókkal. A szerződések típusai lehetnek: bérleti-üzemeltetési, vagyonkezelési, illetve koncesszióba adott üzemeltetési szerződés. Jelenleg Magyarországon 40 db víziközmű-szolgáltatói engedéllyel rendelkező társaság működik, melyből 5 db többségi állami, 35 db többségi önkormányzati tulajdonában áll (1. ábra). A víziközmű-társaságok szakmai tevékenységét elsősorban a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) felügyeli, szakmai érdekvédelmi szervezetük pedig a Magyar Víziközmű Szövetség (MaVíz).



1. ábra. Víziközmű-szolgáltatók területi megoszlása (MaVíz adat)

Magyarországon az ivóvízellátás teljes körűnek tekinthető, minden településen rendelkezésre áll a közüemi ivóvízellátás. A lakosság mindössze 2%-a nem jut vezetékcs vízhez. A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai szerint a hazai lakásállomány 95,2%-a közüemi ivóvízzel ellátott. A kömüolló az utóbbi 10 évben jelentős mértékben záródott (2. ábra).

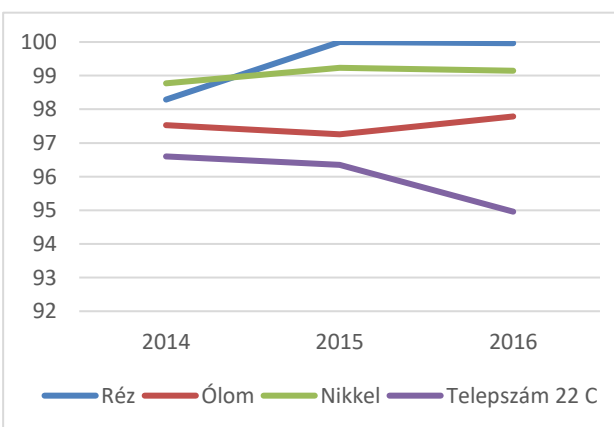
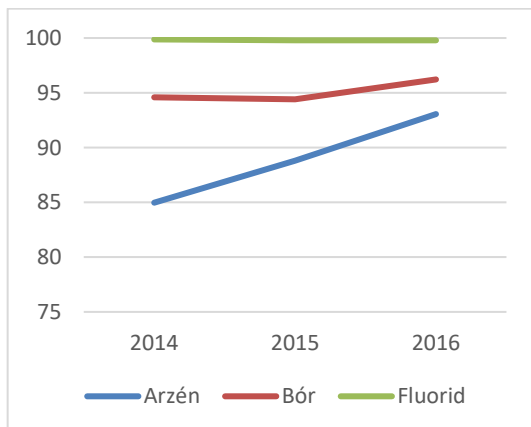


2. ábra. Hazai lakásállomány víziközművesítésének alakulása 1990-2016 között (KSH adat)

Ugyanakkor további feladat marad a közüemi vezetékcs ivóvízellátással el nem látott lakosság korszerű egyedi vízellátása, a meglévő kis vízművek korszerűsítése. Ez sem volumenében, sem finanszírozásában nem jelenthet teljesíthetetlen kihívást.

Vízminőségi monitor

A szolgáltatott ivóvíz minősége döntően kielégíti a közegészségügyi követelményeket. Kedvezőtlen, hogy főként az észak- és dél-alföldi régióban a kutak vize geológiai eredetű szennyező komponenseket is tartalmaz, a kitermelt vizek tisztítást igényelnek. Az elsődleges veszélyeztető komponensektől (arzén, bór, fluorid, nitrit és ammónium) való mentesítésre Ivóvízminőség-javító Program (VJP) van folyamatban, amelynek befejezése a KEHOP 2014 -2020 uniós költségvetési ciklusban várható.



3. ábra. Vízminőségi komponensek megfelelési aránya az összes vízminta százalékában (OKI adat)

Az ivóvíz víziközmű-hálózatban az ólomból készült vezetékcs, bekötések pontos száma ismeretlen, de szakértői becslések szerint nem számottevő, kevesebb, mint 1%. Legnagyobb számban az épületeken belüli vízvezetékcsben (házi ivóvízhálózat) fordul elő. Ettől függetlenül, az ivóvíz-írányelv (98/83/EK) értelmében minden megfelelő intézkedést meg kell hozni az emberi fogyasztásra szánt víz ólomkoncentrációjának lehető legnagyobb mértékű csökkentésére.

A VJP megvalósítására eddig több mint 170 Mrd Ft-ot (2007-2013 között 141,65 Mrd Ft-ot – ITM adat) fordítottunk, de teljes sikerről sajnos nem beszélhetünk.

Pedig lett volna időnk felkészülni a feladat ütemezett végrehajtására. A 98/83 EK-direktíva 1995 májusában megjelent tervezete (WHO ajánlás) és a 201/2001. sz. Korm. rendelet között több mint hat év telt el. Eredeti vállalásunknak megfelelően 2006. év végéig 30 µg/l-re, 2009. év végéig pedig 10 µg/l-re kellett volna lecsökkentenünk a szolgáltatott ivóvíz arzénkoncentrációját. Ehhez képest 2015. végére, illetve 2016. év elejére készültek el a vízminőség-javító beruházások, az azóta is ismert problémáikkal.

A megvalósított projektek:

- meglévő vízbázishoz vagy vízellátó-rendszerhez történő csatlakozást (ezek lettek jellemzően a siker történetek),
- új vízbázis kialakítását, vagy
- meglévő víztisztítási technológia korszerűsítését vagy új technológia kiépítését jelentették.

Leggyakrabban a megváltozott áramlási irányok és a csőhálózatba táplált víz összetételének módosulása következtében, a csőfalon lévő biofilm leválása vagy az ellenőrizhetetlen biokémiai folyamatok okozzák a szolgáltatott víz minőségének romlását, akár másodlagos vízminőség romlás következtében. Nem jutott elegendő idő, figyelem vagy anyagi erőforrás a már üzemelő ivóvízhálózatok „kiszűrésére”. Tetten érhető néhány esetben a tervezett vagy a megvalósított technológia hibája is, mint okozó tényező.

A 3. ábrából megállapítható, hogy a VJP hatására jellemzően javultak az egyes vízminőségi komponensek (pl. az arzén 2016-ban már 93%-os megfelelést mutatott), ellenben a kifogásolt telep számat tartalmazó mintaszámok növekedtek.

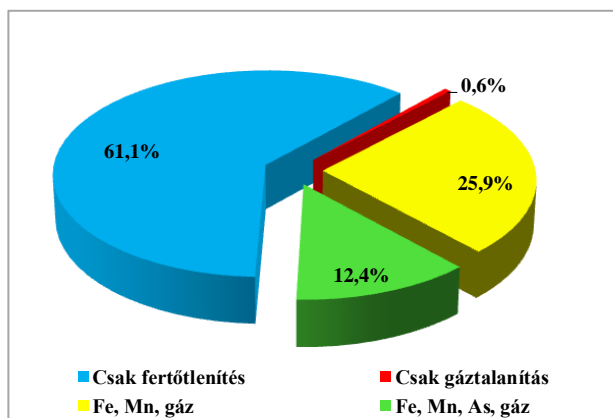
Feladat: A KEHOP 2. prioritási tengely keretében, 98 ivóvízminőség-javító projekt megvalósítása 105 milliárd Ft értékben (ITM adat), továbbá a már elkészült beruházások hiányosságainak kijavítása. Nem szabad még egyszer ugyanazokat a hibákat elkövetni, mint amiket az előző időszakban elkövettünk. Sokkal körültekintőbb tervezéssel, megvalósítással és az üzemeltetők bevonásával kell a projekteket irányítani.

Vízkezelési feladatok számba vétele

A közütemi vízellátásra rendelkezésre álló, kiépített víztermelő kapacitás 4 millió m³/nap. Napjainkban ebből legfeljebb 2,5 millió m³ vízmennyiséget hasznosítunk csúcsidőszakban.

Magyarországon a közműves ivóvízellátás több mint 90 %-ban felszín alatti vízkészletet (rétegvíz, karsztvíz, partiszűrő és kavicssteraszokban tározódó víz) megcsapoló vízbázisokra települt. Ezeknek a vízbázisoknak a fele sérülékeny, ami azt jelenti, hogy a felszínen megjelenő szennyeződés lejuthat a vízáradó rétegbe.

A MaVíz üzemeltető tagszervezetei jellemzően 600-650 millió m³ nyersvizet termelnek ki évente, amelynek közel 96,3 %-át kell valamilyen módon kezelni (4. ábra).



4. ábra. Vízkészítés felszín alatti vízkivétel esetén (MaVíz adat)

Feladat: A szükséges vízmennyiség pillanatnyilag rendben van, de a megfelelő vízminőség biztosításával kapcsolatosan vannak feladataink. Ivóvízbázisok biztonságba helyezése, a különböző típusú védőterületek határozatokkal történő elrendelése és a vízbázis rekonstrukció elkezdése.

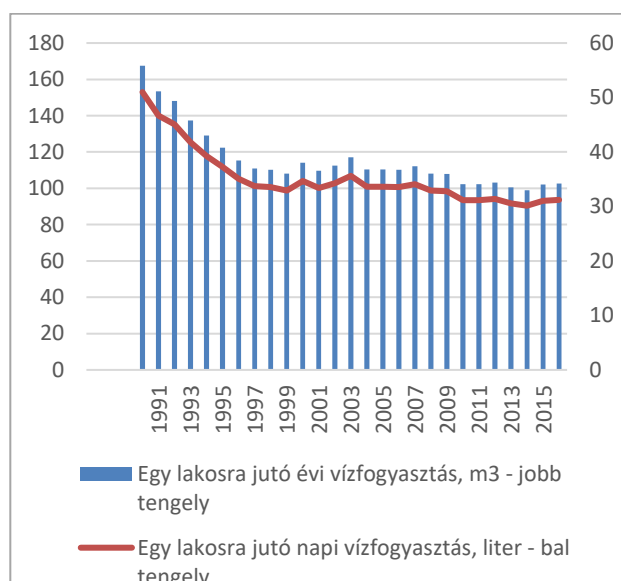
Vízfogyasztásunk alakulása

A rendszerváltás óta az ivóvíztermelés és -szolgáltatás mennyisége nagymértékben mérséklődött, 1990 óta több mint 500 millió köbméterrel csökkent az éves ivóvízfogyasztás. A visszaesés főbb okai az ipari termelés visszaesése, az új ipari létesítmények víztakarékos kialakítása, a lakossági vízfelhasználás csökkenése a vízdíjak, az egyéni mérés (mellékvízmérők) a mennyiség alapú elszámolás elterjedése révén. Fogyasztáscsökkentő hatása van a víztakarékos háztartási készülékek terjedésének is. A csökkenés a vízkészletek védelme szempontjából kedvező, de veszélyeket is hordoz magában, mert lecsökkenő vízigények miatt növekszik a víz tartózkodási ideje a hálózathoz, ami kedvezőtlen biokémiai folyamatok beindulásához (másodlagos vízminőség romlás) vezet.

Az egy főre eső napi háztartási vízfogyasztás, helytől, szociális körülményektől és számos egyéb tényezőtől függ, de napjainkban átlagosan 94 liter (34 m³/év). Az 1990-2016 közötti időszak lakossági vízfogyasztásának alakulását az 5. ábra szemlélteti.

Ha összehasonlítjuk saját adatainkat az Európai Unió ismert adataival, akkor megállapíthatjuk, hogy takarékosan bánunk az ivóvízzel. Nálunk kevesebbet csak Lengyelországban és Romániában használnak. A fejlettebb gazdasággal rendelkező európai országok napi átlagos háztartási vízfogyasztása 120-130 liter/fő.

Tévedés azt állítani, hogy a vízfogyasztás csökkenésének az oka, a tagadhatatlan ásványvíz fogyasztásunk növekedése. Nagyságrendileg nem befolyásolja a víziközműszolgáltatók értékesítési adatait a 120 l/fő/év palackozott ásványvíz fogyasztás.



5. ábra. A lakossági vízfogyasztás alakulása 1990-2016 között (KSH adat)

Napjainkban 600-650 millió m³ vízmennyiséget termelünk ki és az elkerülhetetlen- (technológiai víz, mérési különbségek, oltóvíz szükséglet) és az elkerülhető és/vagy csökkenthető veszteségek (meghibásodásból adódó vízelvezetés, vízlopás) következtében 430-450 millió m³ vízmennyiséget (ezen belül a lakosságnak kb. 330-340 millió m³-t) szolgáltatóink felhasználnak. A különbség kb. 30%-ra tehető.

A globális háztartási vízfogyasztási átlaga 60 m³/fő/év. (Nálunk a takarékos vízhasználat következtében ez az érték 34 m³/fő/év.) Ezen felül jelentkezik az ipar 120 m³/fő/év és a mezőgazdaság 420 m³/fő/év vízigénye. A Föld globális vízhasználatát napjainkban 600 m³/fő/év. A mai technológiai fejlettség és szokások mellett, a táplálékigény számításból adódó vízigény kb. 1 000 m³/fő/év. A globális megújuló dinamikus vízkészlet korlátos, becslések szerint kb. 12 000 km³/év. Ezen mennyiségen kellett megosztani akkor is, amikor 2 milliárd ember lakott a Földön és ezen kellene megosztani akkor is, ha majd az előrejelzések szerint 2050-re 10 milliárdan leszünk. Szakértők szerint a kritikus érték, az „árbukási pont vagy kihasználtsági fok”, a hasznosítható vízkészlet 40% körüli

értéke. Vagyis csak 4 800 km³/év vízmennyiséget szabadna felhasználni. Jelenleg a közel 8 milliárd ember, a 600 m³/fő/év vízhasználatával ezt a mennyiséget kimerítette! Nagy kérdés, mi lesz ezután?

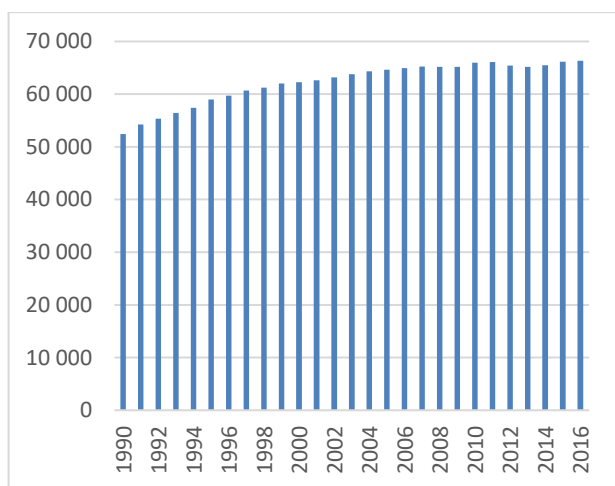
Feladat: A takarékos vízhasználat megtartása mellett, a csapvíz hitelének visszaállítása. Igaz az az állítás, hogy a csapvíz a legszigorúbban ellenőrzött élelmiszerünk.

TERV 2020-IG: A MŰSZAKILAG INDOKOLT ESETEKBEN AZ IVÓVÍZELLÁTÓ VEZETÉKEK CSERÉJE ÉS FINANSZÍROZÁSÁNAK MEGOLDÁSA A KÖLTSÉGVETÉS TERHÉRE 2020-IG ÉS AZT KÖVETŐEN

Ivóvízellátó rendszerek főbb műszaki adatai

A 2016. évi adatok alapján (KSH) a hazai ivóvíz víziközmű-hálózat hossza – figyelembe véve az ivóvíz-törzshálózatot és az ivóvíz-bekötővezetéseket is – kb. 91 500 km. Ebből az ivóvíz-törzshálózat hossza 66 500 km, a bekötővezetéké 25 000 km (6. ábra).

Talán érdemes tisztázni a Vksztv-ben használt fogalmak műszaki tartalmát. *Ivóvíz-törzshálózat*: ivóvíz-főnyomóvezeték, ivóvíz-elosztóvezeték és ezek berendezéseinek összessége. *Ivóvíz víziközmű-hálózat*: az ivóvíz-törzshálózat és az ivóvíz-bekötővezeték összessége.

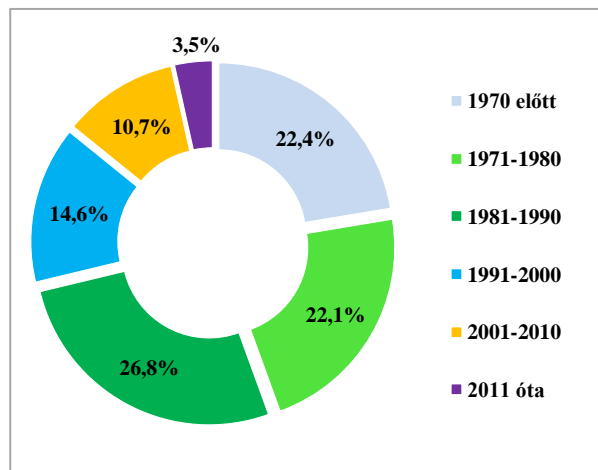


6. ábra. Üzemelő ivóvíz-törzshálózat hosszának változása 1990-2016 között km-ben (KSH adat)

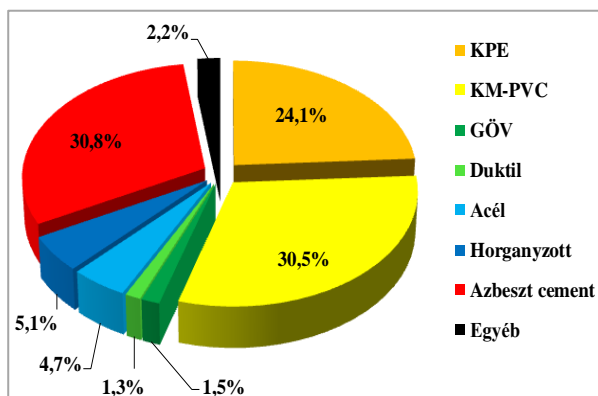
Jelentős hálózatfejlesztések az 1960-1970-es időszakban történtek. Az 1990-es évek elejéig az ivóvíz víziközmű-hálózat 75%-a kiépült és a századfordulóra gyakorlatilag befejeződött a települések közműves vízellátása. A MaVíz felmérése szerint ivóvíz-törzshálózatunk becsült korának megoszlását (építési évek megoszlása) a 7. ábra mutatja. Törzshálózatunk több mint 70%-a 30 évnél idősebb és több mint 20%-a, nagyságrendileg 15 000 km, 50 évnél idősebb.

Minden eddigi korszaknak megvolt a jellemző csőanyaga, melyek nagy része még ma is üzemel. Ennek tudható be, hogy hazánkban meglehetősen vegyes a csőanyag összetétel (8. ábra). Bekötővezetéseink döntő többségét a „valamikor” horganyzott acélső teszi ki. Ivóvíz-törzshálózatunk legnagyobb hányadát pedig az 1950-70 között lefektetett azbesztcement csőanyag alkotja. Ennek a közel

20 000 km vezetéknek a cseréjét, ha a következő 10 évben szeretnénk elvégezni, akkor az 2 000 km/év csőcserét jelentene. Tájékoztató adat: 2015-ben 344 km tényleges csővezeték csere történt. Az ajtón pedig kopogtat, a hasonló nagyságrendű, PVC anyagú csővezetékek (1970-80) rekonstrukciós igénye is.



7. ábra. Ivóvíz-törzshálózat becsült kora (MaVíz adat)



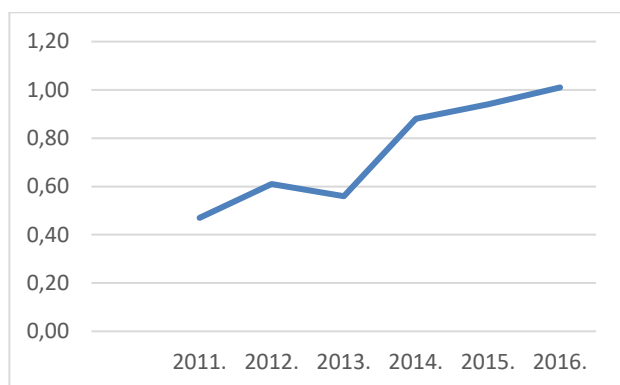
8. ábra. Az ivóvíz víziközmű-hálózat anyag szerinti összetétele (MaVíz adat)

Az ivóvíz-hálózat hasznos élettartamát a cső anyagán kívül, még számos tényező befolyásolja. Gyakorlati tapasztalatok alapján a műszakilag elvárható élettartamok (ameddig még elviselhető terhet jelenthet a csőtörések folyamatos javítása), a csőanyagok függvényében az alábbiak szerint alakulnak. (A jellemző értékektől a csőfektetési körülmények és az igénybevételek +/-10-15%-al is eltéríthetők a ténylegesen elvárható élettartamot.)

- Öntöttvas: 100 év
- Azbesztcement: 70 év
- Acélső (korrózió védelem nélkül): 30 év
- PVC cső: 40 év
- PE cső: 60 év (még nincs kellő gyakorlati tapasztalat)
- Duktil (GGG) cső: 90 év (még nincs kellő gyakorlati tapasztalat)

Hazánkban az ivóvíz-törzshálózat rekonstrukciós aránya 0,3-0,5%. Ez azt jelenti, hogy a hálózat átlagos kicserélési ideje 200-300 év. Németországban ez az érték 1% (100 évenkénti átlagos csőcsere), Svájcban pedig 1,2% (80 évenkénti csőcsere).

Szemléletesen mutatja be az elmúlt évek „intézkedéseinek” hatását az ivóvíz-törzshálózaton előforduló meghibásodások számának alakulása, növekedése (9. ábra). A fajlagos hibaszám 2011. és 2016. között több, mint kétszeresére növekedett!

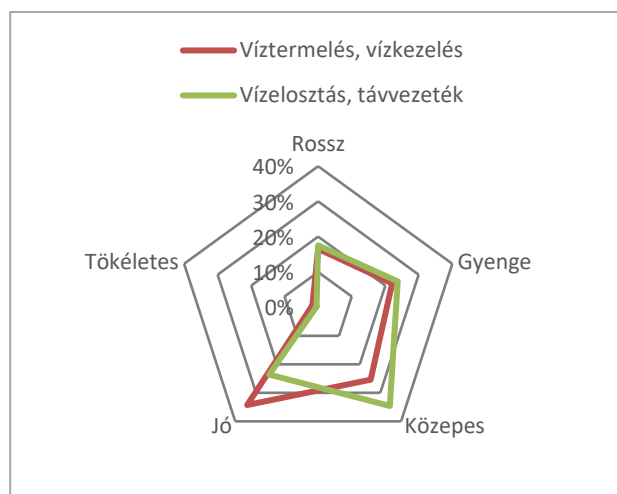


9. ábra. Ivóvíz-törzshálózati fajlagos hibaszám (db/km/év) alakulása 2011-2016 között (MaVíz adat)

Gyakran esünk abba a hibába, hogy a víziközmű-rendszert csak a csőhálózattal azonosítjuk. Pedig számos olyan objektuma van (víztermelő berendezések, vízkezelési létesítmények, gépházak, szivattyútelepek, magas- és mély tárolók, csőhálózati berendezések, villamos energia ellátó rendszerek és folyamatirányító berendezések), amelyek műszaki állapota gyakorta rosszabb a csővezetékénél.

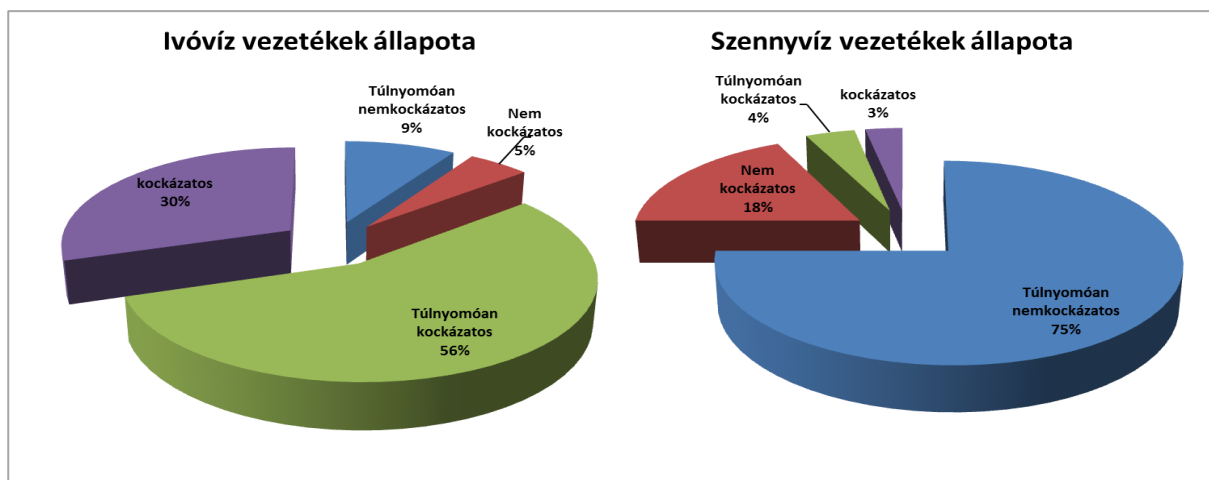
A MaVíz-ben készült 2017-es felmérés szerint, víziközmű-rendszereink műszaki állapota enyhén fogal-

mazva sem megnyugtató. A felmérés az üzemeltető szervezetek véleményét tükrözi. A klasszikus vízellátási objektumok 40-42%-a rossz vagy gyenge minősítést kapott (10. ábra). Ezek mellett a folyamatirányító berendezések (irányítástechnika) sem a XXI. századi fejlett informatikai minősítéssel bírnak.



10. ábra. Víziközmű-rendszereink műszaki állapota (MaVíz adat)

A „házon belüli” felmérés objektív megítélését erősíti az Innovációs és Technológiai Minisztérium hasonló tárgyú véleményalkotása is. Az ivóvíz-vezetékek 30%-a kockázatos, további 56%-a túlnyomóan kockázatos minősítést kapott (11. ábra).



11. ábra. Ivóvíz-törzshálózat állapota (ITM adat)

Feladat: Az elhasználódott víziközmű-rendszereket, a közmű- és működtető vagyont, csak folyamatos felújítással és pótlással tudjuk alkalmassá tenni feladatainak ellátására.

Víziközműveink vagyonértéke

A hazai víziközmű vagyon tényleges bruttó értéke jelenleg nem ismert. (Saját véleményem szerint a jelenlegi körülmények között -rekonstrukcióra fordítható források összege, kivitelezési kapacitás, üzemeltethetőség, szakemberek létszáma, települések élhetősége a rekonstrukció ideje alatt-, ennek ismerethiánya nem probléma.) Különböző szakértői anyagokban 1 500 Mrd Ft-tól, egészen

15 000 Mrd Ft-ig terjednek a becslések. Nézzünk meg néhány „tényszerű” információt. (Mivel a legtöbb adat összevontan kezeli a víziközmű vagyont -ivóvízellátás, szennyvízcsatorna és szennyvíztisztító telep-, ezért nem volt lehetőségem minden esetben leválogatni a csak ivóvízellátásra vonatkozókat.)

- Hazánkban a víziközmű-szolgáltatási díjak soha nem tartalmazták az újra előállítás költségét.
- Az EU-s projektek több mint 1 000 Mrd Ft értékben új víziközmű létesítményeket hoztak létre. (Ezek értékcsökkenését, 30-40 Mrd Ft/év sem tartalmazza a jelenlegi díjak.)

- Szakértői becslések szerint évente min. 100 Mrd Ft, de egyes elemzők véleménye szerint 200-300 Mrd Ft/év lenne a szükséges pótlási költség igény. A MaVíz üzemeltető tagvállalatainak véleménye szerint 100-150 Mrd Ft/év (ennek fele ivóvízellátásra fordítandó) rekonstrukciós forrást lehetne elkölteni úgy, hogy közben a víziközmű-szolgáltatás biztonsága és a rekonstrukció ideje alatt a települések „élhetősége” sem romlana jelentősen.
- A MaVíz felmérése szerint a jelenlegi közművagyonon becsült értéke 2 456 Mrd Ft, melynek éves amortizációja 75 Mrd Ft.
- Napjainkban a víziközmű-szolgáltatók saját forrásaikból 30 Mrd Ft-ot fordítanak évente a meglévő rendszereken beruházásra, felújításra és pótlására, vagyis hiányként jelentkezik 75-30= 45 Mrd Ft, továbbá 16 Mrd Ft-ot karbantartásra. A korábbi évekről elmaradt közmű felújítási és pótlási igény 56-57 Mrd Ft/év értékben határozható meg. Az elvárható rekonstrukció igény összesen 75+57= 132 Mrd Ft lenne évente. Talán érdemes ezeket a számokat összehasonlítani a víziközmű ágazat 250-270 Mrd Ft-os éves nettó árbevételével (melynek 90%-a származik alaptervekenységi árbevételből) és a 2013. óta tapasztalható 35-40 Mrd Ft éves adóterhekkel, ágazatból történő forrás kivonással (rezsicsökkentés, közműadó, „Robin Hood” adó, felügyeleti díj, auditálási költségek, Felhasználói Elégedettség Felmérés).
- Számításaim szerint a minőségi víziközmű-szolgáltatás biztosításához jelenleg 32 Mrd Ft üzemeltetési és 132-30= 102 Mrd Ft rekonstrukciós forrás hiányzik.

A csak csővezetéki rekonstrukciós szemlélet helyett, a víziközmű-rendszer szemléletű rekonstrukciós politikát kell a jövőben előtérbe helyezni. Foglalkozni kell a víztermelő, vízkezelő, víztároló létesítmények mellett, az energia- és irányítástechnikai berendezések korszerűsítésével is.

Feladat: Megfelelő anyagi forrást kell biztosítani víziközmű-rendszereink rekonstrukciójának azonnali megkezdéséhez annak érdekében, hogy legalább a jelenlegi állagromlást megállítsuk vagy csökkentsük. A program indításaként legalább évi 102 Mrd Ft-os rekonstrukciós alapot kell létrehozni a nemzeti tulajdonban lévő víziközmű vagyon megmentésére.

TERV 2020-IG: KIALAKULNAK AZ EGÉSZSÉGES SZOLGÁLTATÓ RENDSZERI MÉRETEK ÉS GAZDÁLKODÁS

Szolgáltatói rendszer méretek

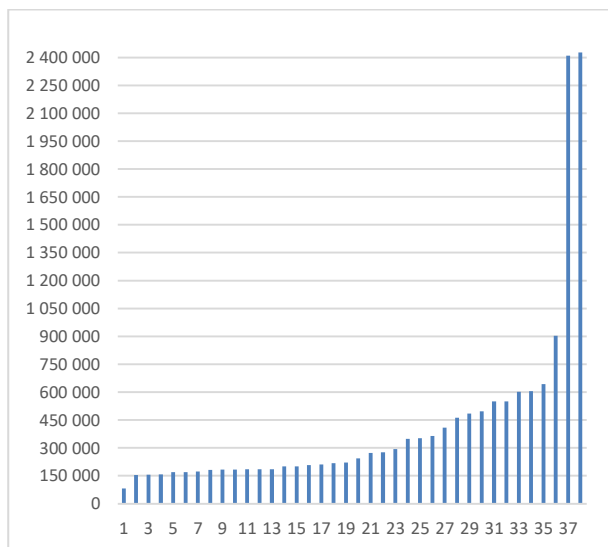
A rendszerváltást megelőzően 33 víziközmű-szolgáltató volt Magyarországon. Az 1990-es évek elején, az akkori politikai akarattal megfelelően -a rugalmatlan vízfejek helyett, rugalmas helyi szervezeteket kell létrehozni-, osztódással szaporodtak a szolgáltatók. Csúcsidőszakban közel 400 társaság is létezett. A Vksztv. megjelenésével, 2012-től jelentős integráció zajlott le. A jelenleg hatályos jogszabályok értelmében csak az a víziközmű-szolgáltató

kaphat működési engedélyt a MEKH-től, akinek a felhasználói egyenértéke a 150 ezret meghaladja. (A jelenlegi működési területeket az 1. ábra, míg a felhasználói egyenértékek megoszlását a 12. ábra szemlélteti.)

Működési engedéllyel 40 víziközmű-szolgáltató rendelkezik. Legnagyobb számossággal a 300 ezres felhasználói egyenérték alattiak fordulnak elő, 61%-ban. A 300-500 ezer közöttiek aránya 18%, az 500 ezer-1 millió közöttieké 16%, és a két fővárosi szolgáltató a 2 millió feletti értékével adja a hiányzó 5%-ot (12. ábra).

Önmagában egy szervezet hatékonyságát, szolgáltatásainak minőségét nem feltétlenül a mérete határozza meg. A jelenlegi működési- méretek és területek az elmúlt években stabilizálódtak és egyre inkább hasonlítanak az 1990 előtti állapothoz, ahol előfordultak nagyvárosi önálló cégek, megyei jellegű- és regionális szolgáltatók. Ez a fajta berendezkedés, mely az 1960-as évek elején alakult ki, figyelembe vette hazánk megye centrikusságát és a víziközmű szolgáltatás 1800-as évek végétől történő üzemeltetési kultúráját és hagyományát.

Jelenleg a legnagyobb problémát az okozza, hogy a Vksztv. megjelenésekor a víziközmű-szolgáltatók nem egy startvonalról indultak. Gazdálkodásukat alapvetően alaptervekenységi árbevételük, mely függ a számlázható vízmennyiségtől, de leginkább az indokolt ráfordításokat jelenleg nélkülöző, befagyasztott vízdíjak határozzák meg.



12. ábra. Engedélyes víziközmű-szolgáltatók felhasználói egyenértékei 2018-ban (MaVíz adat)

Feladat: Megítélésem szerint a minőségi víziközmű-szolgáltatás megvalósítása alapvetően nem szolgáltatói méret függő. Kialakultak a jelenlegi szolgáltatói méretek és üzemeltetési területek. Legfeljebb ezek „finomhangolása” jelent feladatot a közeljövőben.

Gazdálkodás – Árbevétel - Ivóvízszolgáltatási díjak alakulása (megfizethetőség)

A Vksztv. megjelenéséig (2011. december 31.) a víziközmű-szolgáltatási díjakat a települési önkormányzatok ill. az erre feljogosított miniszter állapította meg. Ezt követően az indokolt költségek és a számlázható szolgáltatási díjak teljesen elváltak egymástól.

A Vksztv. értelmében a víziközmű-szolgáltatás díj-megállapításának elve a Víz Keretirányelv (VKI) költség-megtérülési elve mentén, a mellett, a „legkisebb költség elvét” is tartalmazza. A gyakorlat viszont 2012-től még nem e szerint alakult. 2012-ben központilag befagyasztották a díjnövelést, maximalizálták bruttó 4,2 %-ban. A rezsicsökkentés bevezetésével, 2013. július 1-ével 10%-al csökkentek a lakossági díjak. A közműadó bevezetése és a rezsicsökkentés miatt kiesett díjbevitel jelentősen rontotta a szolgáltatók gazdasági helyzetét.

A víziközmű ágazat éves nettó árbevétele 250-270 Mrd Ft, üzemi eredménye napjainkban 10,4 Mrd Ft. Ha azonban figyelembe vesszük a központi vízdíjtámogatás, a közszolgáltatási támogatás, az elengedett visszafizetési kötelezettség értékeit, valamint az ágazatból hiányzó mintegy 6-7 Mrd Ft-os bérfelzárkóztatási igényt, akkor azt kapjuk, hogy a korrigált üzemi eredmény -31,9 Mrd Ft.

A víziközmű-ágazatban jelenleg négyezer különböző ár létezik, részben objektív okok miatt (pl. vízbeszerzés módja, vízkezelés szükségessége, domborzati viszonyok, befogadó érzékenysége stb.). A díjak mértékében is rendkívül jelentős eltérések vannak: a legmagasabb és legalacsonyabb árak közötti különbség ivóvíz-szolgáltatás esetén több mint hatszoros, a szennyvízelvezetés és -tisztítás szolgáltatás esetén több mint nyolcszoros.

A legnagyobb számosságban a bruttó 250 Ft/m³ és a 450 Ft/m³ közötti fogyasztással arányos ivóvízdíjak fordulnak elő. A jellemző víz- és csatornadíjak együttes összege 600-850 Ft/m³.

Jelenleg is működik a díjtámogatási rendszer, ahol az állam díjtámogatást nyújt azokon a településeken, ahol a víziközmű-szolgáltatás költségei egy meghatározott küszöbértéknél magasabbak. Ennek a költségvetési forrása az elmúlt években rendre 4,5 Mrd Ft, a szektor teljes, közel 270 Mrd Ft-os nettó árbevételéhez képest jelentéktelen összeg, ráadásul nem veszi figyelembe a rászorultságot, és nem ösztönöz a költséghatékony működésre. A díjtámogatási rendszer következtében napjainkban a legmagasabb bruttó (fizetendő) lakossági díjak:

- csak ivóvíz szolgáltatás esetében:
632 Ft/m³,
- Víz- és szennyvízcsatorna szolgáltatás esetében:
1 273 Ft/m³.

A kérdés persze az, hogy ez sok vagy éppen kevés? Megítélés és persze mélyre ható elemzés tárgya lehet a nap 24 órájában, az év 365 napján folyton folyó többnyire biztonságos víziközmű-szolgáltatás értékének megítélése. A teljesség igénye nélkül, néhány tény és adat.

- Az 1800-as évek végén, a fővárosunkban éppen 150 éve többek között a gyakori tüzesetekhez biztosítandó oltóvíz és az ásott kutak vízének elfertőződése mellett, a kényelmi szempontok gyorsították fel a helyi vízművek kiépítését. Az egyre nagyobb háztartási vízigények, higiénés szempontok és az emberi igényesség oda vezetett, hogy rengeteg élömunkát igényelt már a napi vízmennyiség lakásba juttatása. Veszprémben például a köz-

üzemi vízellátás 1896-os kiépítését követően, néhány év alatt 40%-al csökkent a cselédlányok száma. Nem kellett a kutakról vizet hordani.

- A mai átlagáron számított 40 filléres literenkénti vízdíj (de maximálisan is csak 60 fillér/liter) összehasonlítva a palackozott vizek 40-70 Ft-os literenkénti árával, igazán nem nevezhető soknak. Nem beszélve arról, hogy a csapvíz használatakor nem keletkezik műanyag hulladék, nem alakul ki torlasz a folyóvizeken és nem alakul ki úszó PET palack sziget az óceánokon.
- Találunk-e ma vállalkozót arra, hogy a családi házainkhoz, lakásainkba, akár a negyedik emeletre a mindennapi átlagos vízszükségletünket, a 90 liter vízmennyiséget felcipelje naponta 36 Ft-ért? (Palackozott vízre naponta átlagosan 18 Ft-ot költünk.) Elvigye kerti csapjainkhoz öntözésre, megtöltse fürdőkádjainkat és automata mosógépeinket vagy folyamatosan rendelkezésünkre álljon a konyhában. Ha mindezt fél óra alatt elvégezné valaki, akkor 72 Ft-os órabért kapna tőlünk.

De mit is tartalmaz vagy helyesebben fogalmazva, mit is kellene tartalmaznia a vízdíjnak napjainkban?

Tartalmazza a vízkitermelés, a kezelés, a szállítás anyag jellegű költségeit. Tartalmaznia kellene a szolgáltatással kapcsolatos indokolt személyi jellegű ráfordításokat, a felhasználókkal kapcsolatos ügyviteli, számlázási, díjbeszedési és hátralék kezelési költségeket. A különböző hatóságok és hivatalok által megkövetelt eljárásokhoz kapcsolódó költségeket. A különböző adókat és illetékeket. Tartalmaznia kell/kellene a biztonságos üzemeltetéshez nélkülözhetetlen fenntartási és üzemeltetési költségeket. Végül, de nem utolsón sorban tartalmaznia kellene a víziközmű-rendszerek felújítási és pótlási szükségleteinek mindenkorai költségeit.

A MEKH minden évben adatszolgáltatás keretében bekéri a víziközmű-szolgáltatók ráfordítás és bevitel adatait, főbb műszaki adatait és az üzemeltetéssel kapcsolatos egyéb lényeges adatait. Ezen adatokból megállapítja az indokolt ráfordításokat és javaslatot tesz a miniszternek a szolgáltatási díjak mértékére vonatkozóan. Az előző fejezetekben már ismertetésre került, hogy 2012. óta a miniszter új szolgáltatási díjat, a rezsicsökkentés kivételével generálisan nem állapított meg. Azonban az új típusú szolgáltatási díjak meghatározása előtt, akár nemzeti konszenzussal, egy fontos kérdésre választ kell adnunk.

Az első és legfontosabb kérdés annak eldöntése, hogy milyen víziközmű-szolgáltatást szeretnénk? Amennyiben megfogalmazásra kerül, hogy milyen víziközmű-szolgáltatást szeretnénk, azaz

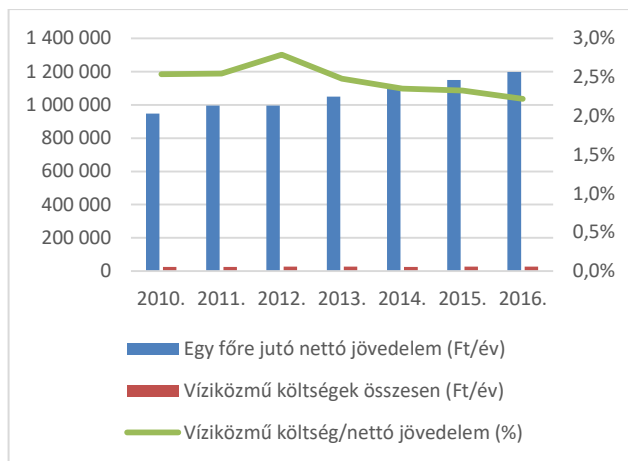
- *Minőség:* vízminőségi határértékek betartása, szolgáltatási színvonal meghatározása (rendelkezésre állás, ellátás folyamatosságával kapcsolatos elvárások, felhasználói igények, rekonstrukciós politika),
- *Mennyiség:* középtávú és hosszútávú vízigények számba vétele,

- **Megfizethetőség:** az elvárt minőségi szolgáltatás biztosításával kapcsolatos indokolt költségek megtérítésének megosztási aránya a felhasználók és az állami költségvetés között,

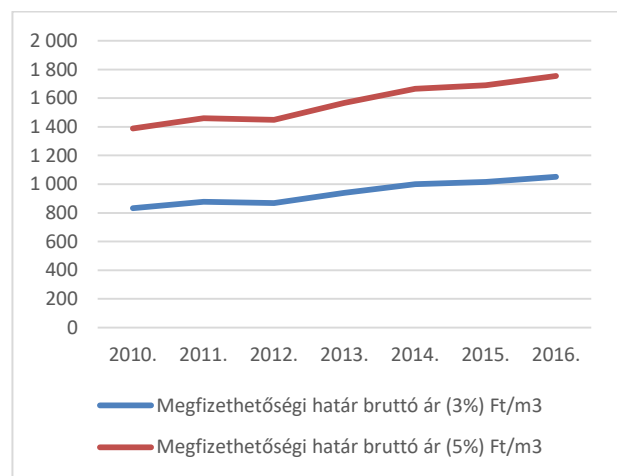
akkor lehet a „vízdíjkérdéssel” érdemben foglalkozni.

A fenntartható víziközmű-szolgáltatás csak a költségek viselésének, a felhasználó és az állam közös teherviselésével, a teljes költség megtérülés elvének betartásával és a mindenkori megfizethetőség figyelembevételével képzelhető el a jövőben. A jelenlegi rendszerről kijelenthető, hogy az *nem fenntartható!*

Az utolsó tényleges vízdíj megállapítás óta, a díjak reálértéke közel 30%-al csökkent (MEKH adat). Még egy adalék a megfizethetőséghez. A KSH adatai szerint az egy főre eső háztartási nettó bevételek szerencsére évről évre nőnek. A háztartási víziközmű-szolgáltatásra (ivóvíz- és csatornaszolgáltatási díjak együtt) fordított kiadások az elmúlt években (2010-2016 között) gyakorlatilag stagnálnak. Évente átlagosan 24-27 ezer forintot költünk erre. A háztartási nettó bevételek 2,2%-a volt 2016-ban víz- és csatornadíj költség (13. ábra).



13. ábra. Nettó jövedelmek és víziközmű költségek alakulása (KSH adat)



14. ábra. Víziközmű-szolgáltatási határ díjak (KSH adat felhasználásával)

Az Európai Unió pályázatok bírálataiból tudjuk, hogy a megfizethetőségi határ, legfeljebb a háztartási nettó bevételek 3-5%-ának víziközmű-szolgáltatásra fordítása.

Ha ebből a küszöbszámból indulunk ki, akkor a KSH 2016-os adatainak figyelembevételével, a határ víziközmű-szolgáltatási díj 1 052 Ft/m³ és 1 754 Ft/m³ közé eshetne (14. ábra).

A díjtámogatási rendszer következtében napjainkban a legmagasabb bruttó (fizetendő) lakossági díj 1.273 Ft/m³. Mivel díjtámogatásban a felhasználóknak csak igen csekély, néhány százalékos aránya részesül, és a lakosság nagy része 600-850 Ft/m³ díjat fizet, ezért kijelenthető, hogy a megfizethetőségi kritérium érvényesül.

Feladat: Helyesen fogalmaz a KJT akkor, amikor a következőket írja. „Mindezek miatt a vízközmű-szolgáltatásban a megfizethető díj és a magas színvonalú szolgáltatás költségigénye között eddig feloldhatatlan az ellentét.”

Márpedig a minőségi víziközmű-szolgáltatás csak stabil gazdasági háttérrel rendelkező üzemeltető szervezetekkel képzelhető el. Ennek érdekében az indokolt költségek megtérítését, a szolgáltatást igénybe vevők és az állam közötti költségfelosztás megteremtésével, biztosítani kell. Azon a szinten, amilyen szinten elvárjuk a szolgáltatást. Azonnali intézkedésként legalább évi 32 Mrd Ft üzemeltetési támogatást kell nyújtani a víziközmű-szolgáltató társaságoknak. Legalapvetőbb élelmiszerünk, az ivóvíz szolgáltatással kapcsolatos ÁFA-t 5%-ra kellene csökkenteni.

Munkaerő és szakember kérdés

A következő 2-3 évben a minőségi víziközmű-szolgáltatás biztosításának legnagyobb kihívása, a megfelelő szakmai-emberi erőforrás biztosítása lesz. Az ágazat létszáma, a növekvő igények és elvárások ellenére gyakorlatilag nem változik, 20-21 ezer fő. Kedvezőtlen, hogy a 45 év felettiek aránya közel 58%. Fialtal munkaerőt a jelenlegi bérekkel nehezen tudunk bevonni és emellett, az ágazatra korábban egyáltalán nem jellemző munkaerő fluktuáció is jelentősen megnőtt, folyamatosan emelkedik.

Hazánkban jelenleg csak hat „klasszikus” középfokú vízügyi képzőhely működik. Felsőfokú, „vízzel” kapcsolatos képzési hely lényegesen több van, szám szerint 16 egyetem, de ezek közül csak 3-4 egyetem bocsát ki olyan szakembereket, akiket a víziközmű ágazat nagy számban tudna alkalmazni. Egyre nagyobb problémát jelent a szakképzett szakmunkás munkaerő biztosítása a villanszerelői, víz- és szennyvízgépészeti valamint a csőhálózat szerelői munkakörök betöltésénél. Két feltételnek kellene egyidejűleg teljesülni. Legyenek végzett szakemberek és válasszanak maguknak víziközműves céget.

Feladat: Az ágazatot a munkabérekkel és a társadalmi elismerés növelésével vonzóvá kell tenni. Meg kell állítani azt a folyamatot, mely által a közmű-szolgáltatók a nemzet ellenségei lettek. Az oktatási- és képzési rendszert igazítani kell a munkaerő biztosítási igényekhez.

TERV 2020-IG: IVÓVÍZBÁZISOK BIZTONSÁGBA HELYEZÉSE MEGTÖRTÉNIK

A jelenleg több mint 1700 üzemelő felszín alatti vízbázisból (összes vízbázisunk száma közel 2000), 903 (53%)

antropogén szennyezés szempontjából sérülékeny területen helyezkedik el. A felszín alatti ivóvízbázisokon kívül 19 felszíni vízbázist használunk ivóvízellátás céljára. Védelmüket, illetve a védelem magasabb szintre helyezését az Ivóvízbázis-védelmi Program (IVP) szolgálja.

Az első IVP 1995-ben került megfogalmazásra. Ekkor 614 üzemelő vízbázis és 75 távlati vízbázis került be a programba. Megszületett a védelem megvalósításához szükséges jogszabályi háttér, a 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízellátási létesítmények védelméről kiadásával. A programot 10 év alatt, 2007 végéig kellett volna végrehajtani.

Napjainkig a közcélú ivóvízbázisok 43%-ának, az üzemelő sérülékeny környezetben lévő vízbázisok 83%-ának az állapotértékelése történt meg. Ezek a vízbázisok a közcélú vízellátás biztosító vízmennyiség közel 90%-át fedik le. A távlati ivóvízbázisok állapotértékelése megtörtént, 66 db került miniszteri rendelettel végleges kijelölésre.

A hatósági elrendelés azonban jelentős lemaradásban van! Csak 668 db üzemelő vízbázis (39%) rendelkezik határozattal (BM adat). *A sérülékeny környezetben lévő üzemelő vízbázisok több mint fele nem rendelkezik jogerős védőterületi határozattal, melyek között jelentős vízbázisok is vannak.* Az elmúlt 20 év tapasztalataiból kiindulva nehezen elképzelhető, hogy 2020-ig az ivóvízbázisok biztonságba helyezése megtörténik.

Amennyiben a hatósági elrendelések az érdeksérelmek következtében ellehetetlenülnek, akkor érdemes új, gazdaságosan megvédhető vízbázis után nézni vagy terület cserével, művelési ág változtatással a védőterületeket megvédtetővé tenni. (Erdő területen sokkal könnyebb a védőterület használati korlátozásokat betartani és ellenőrizni, mint pl. szántóterületen.)

A globális éghajlat változás következtében időjárásunk évről-évre egyre szélsőséesebb meteorológiai eseményeket produkál. Számos kutatóműhely foglalkozik az időjárás változás lehetséges kimeneteivel, sokszor egymásnak ellent mondó jóslatokkal. Abban azonban többnyire egyet értenek, hogy Magyarországon a következő évtizedekben minden évszakban hőmérséklet növekedés fog bekövetkezni. Az éves csapadékösszeg várhatóan nem fog változni, de a nyári csapadékmennyiség csökkenni, a téli pedig növekedni fog. A lehulló csapadék intenzitásában, területi eloszlásában a már jelenleg is tapasztalható szélsőségek, erősödni fognak. Ebből következően a felelősen gondolkodó vízgazdálkodóknak az a feladatuk, gondoskodjanak arról, hogy a lehulló csapadék lehetőleg károkozás nélkül lefolyás szabályozásra, visszatartásra vagy irányított beszivárogtatásra kerüljön.

Feladat: Az IVP ütemezett befejezése akár úgy is, hogy új vízbázisok igénybevételére vagy védőterületi művelési ág változtatásokra kerüljön sor. Vízbázisaink után-pótló dási területein a lefolyás szabályozást és a tervezett vízvisszatartást és beszivárogtatást meg kell valósítani. Cél-szerű lenne a vízbázisvédelemmel és a különböző terület-használatokkal kapcsolatos jogszabályokat összehangolni (pl. 80 m-es kutak szabályozása).

ÖSSZEFOGLALÁS

Nagy fába vágtuk a fejszénket azzal, hogy 2020-ra a KJT-ben megfogalmazott terveket és 2030-ra az abban szereplő célokat megvalósítsuk. Természetesen, mint ágazati szereplő csak üdvözölni tudom az előttünk álló feladatokat és segíteni, támogatni fogom megvalósításukat. Azonban az elmúlt 10 év történéseinek és a 2019-es állami költségvetés-tervezetnek az ismeretében kijelenthető, hogy a célok és tervek, ebben a formában történő megvalósulásának, nagyon kevés az esélye.

A címben megfogalmazott kérdésre egyértelmű válasz nem adható. Felhasználóink nagy részének, 98%-ának ivóvízhez jutása már jelenleg is biztosítva van. *Mennyiségi* szempontból megteremthető az esélyegyenlőség. *Minőség* tekintetében azonban számos feladat áll előttünk annak érdekében, hogy az igényelt vízminőséget és szolgáltatási minőséget biztosítani tudjuk. Ehhez első sorban pénz, második sorban pedig szakember kell. *A megfizethetőség* kérdése alapvetően nem műszaki jellegű feladat, sokkal inkább politikai, gazdaság-politikai, társadalmi és szociális kérdés. Az biztos, ha a jelenlegi állapotokkal akarjuk biztosítani a minőségi víziközmű-szolgáltatást, akkor az nehezen fog sikerülni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm a MaVíz segítő és támogatói munkáját, adatszolgáltatását, melyet a tanulmány elkészítéséhez nyújtott. Külön köszönet a MEKH, az ITM és az OKI adatszolgáltatásaiért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Dubniczky M. (2017). Vízértékelés – interjú Kovács Károllyal az Európai Vízügyi Szövetség vezetőjével, Mérnök Újság XXIV/2017. 5. szám

Galambos I., Gerencsérné Berta R., Bíró I. (2017). Vízügyi képzési lehetőség Magyarországon, Vízmű Panoráma XXV/2017. 5. szám

Központi Statisztikai Hivatal nyilvános adat táblái (www.ksh.hu)

KPMG (2015). A magyar víziközmű ágazat bemutatása – átfogó tanulmány 2015., Megbízó és kiadó – MaVíz.

Kurdi V. (2018). A hazai víziközmű-szolgáltatás helyzete. Az előadás a 2018. június 6-án Egerben az Országos Víziközmű Konferencián hangzott el.

Licskó I. (2018). Ivóvízminőség-Javító Program Magyarországon a XXI. sz. első két évtizedében 1. rész, Vízmű Panoráma XXVI/2018. 3. szám

MaVíz (2017). A hazai víziközmű-rendszerek és az üzemeltetők bemutatása – Kitekintés az ellátórendszer műszaki állapotára, a rekonstrukciós és üzemeltetési feladatokra 2017., MaVíz

Nemzeti Vízstratégia (Kvassay Jenő Terv) 2017. (2030-ig terjedő stratégia és 2020-ig terjedő középtávú intézkedési terv)

Sándor Zs. (2018). Fenntartható víziközmű-szolgáltatás és vagyongörzés, Vízmű Panoráma XXVI/2018. 3. szám

Századvég Gazdaságkutató Zrt. (2016). Intézkedési terv – A Kvassay Jenő terv víziközmű-ágazatot érintő javaslatához kapcsolódó feladatokról 2016., Megbízó és kiadó – MaVíz.

FÓRUM

A Magyar Hidrológiai Társaság 2018. július 4-6. között rendezte meg XXXVI. Országos Vándorgyűlését Gyulán. A Vándorgyűlés *A fenntartható fejlődési célok (SDG-k) és a hazai vízgazdálkodás* című 1. szekciójában felkért előadók tartottak előadásokat. Az alábbi cikk dr. Dulovics Dezsőné főiskolai tanár, professor emerita előadásának szerkesztett változata, amelyben felhasználva több évtizedes szakmai tapasztalatait, megfogalmazza azokat a teendőket, amelyekkel méltányos szanitáció biztosítható lenne mindenkinek hazánkban.

Mit kell még tennünk, hogy hazánkban mindenkinek legyen méltányos szanitációja?

Dulovics Dezsőné

Professor Emerita, Szent István Egyetem

BEVEZETÉS

Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok (SDG-k) 6. pontja tartalmazza a vízgazdálkodásra vonatkozókat, ezek között a 6.2.-ben került megfogalmazásra a címben is szereplő elérni kívánt cél: „2030-ra mindenki számára egyenlő esélyű hozzáférés biztosítása a megfelelő szintű szanitációhoz és higiéniához, a szabadtéri székletürítés megszüntetése, különös figyelemmel a nők, a lányok és a kiszolgáltatott helyzetben lévők szükségleteire.” A célok megfogalmazása alátámasztására még két, általános meghatározás is szerepel: „6.a. 2030-ig a nemzetközi együttműködés és a kapacitásépítési támogatás kiterjesztése a fejlődő országokra, a vízhez és a szanitációhoz kapcsolódó tevékenységek és programok vonatkozásában, beleértve a víz összegyűjtését, sőtalanítását, a hatékony vízhasználatot, a szennyvíztisztítást, az újrahasznosítást, és az újrahasználatot elősegítő technológiákat”, valamint a 6.b. *A helyi közösségek részvételének támogatása és erősítése a vízzel és a szanitációval kapcsolatos menedzsment javításában*”.



A Magyar Hidrológiai Társaság 2018. évi, Gyulán megrendezett XXXVI. Vándorgyűlésén az 1. szekció a fenntartható fejlődési célok és a hazai vízgazdálkodás összefüggéseit vizsgálta. Jelen tanulmány az ott elhangzott és a fenti címet viselő előadásának összefoglalója (Dulovics Dné 2018).

MIT ÉRTÜNK A SZANITÁCIÓ FOGALMA ALATT?

A szanitáció tág fogalom – amit az SDG-k fordítása során a Földünk különböző helyein tapasztalt eltérő ellátottsági színvonal miatt kényszerültek használni – az emberi fekáliás szennyeződések elhelyezésének széleskörű módját fedti le. Hazánkban ennek a szónak az értelmezése magyarázatot igényel, ide értjük:

- a közműves (centralizált települési és regionális) szennyvízgyűjtést és –tisztítást,
- a semi-centralizált, decentralizált, egyedi szennyvízelhelyezést,
- a települési folyékony hulladék (TFH) és szilárd ürülék (ürgödrös és komposzt WC-beli) – gyűjtést és -kezelést.

A TFH általában a szennyvíztárolókból szennyvíztisztító telepre, a szilárdnak tekintett fekália pedig az ürgödrökből kerül elszállításra és kezelésre. A komposzt WC-kben talajerő javításra, hasznosításra történik meg a kezelés (Ország 2018).

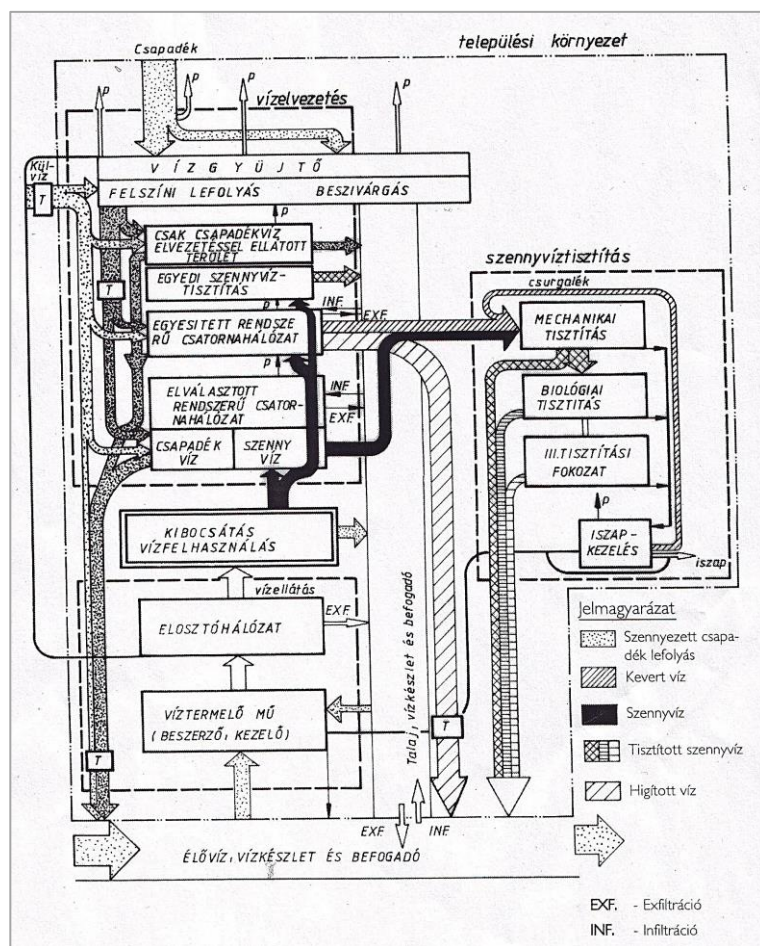
A szennyvíz fogalmi körébe többféle kibocsátást sorolunk, mint:

- házi szennyvíz (mosogatásból, mosásból, fürdésből, öblítésből és WC-ből)
- ipari szennyvíz (iparból, kisiparból, termelésből stb.)
- idegen víz (talajvíz, drénvíz, elfolyó kútvíz stb.)
- csapadékvíz (esővíz, hóolvadás vize stb.).

Az első két kibocsátás a kommunális szennyezett vizet, az első három csoport a szárazidei szennyvizet, és az összes csoport együtt adja a kevert szennyvizet.

A házi szennyvíz általánosságban 70 %-ban szerves és 30 %-ban szervesetlen anyagokból áll, ezek összesen 99,9 %-ban vizet és 0.01 %-ban szilárd szennyeződést tartalmaznak. A szerves anyagok durván 10 %-a zsírból, 25 %-a szénhidrátból, 65 %-a fehérjéből állnak. A szervesetlen anyagok főként homokot, sókat és fémeket testésítenek meg.

A szanitáció folyékony fázist (szennyvizet) eredményező módzatai beépülnek a települési hidrológiai körfolyamatba. Az 1. ábra által ábrázolt szanitációs folyamatokat vizsgálva látható, hogy a felszíni és/vagy felszín alatti víztermelő művekből nyert víz felhasználása során elszennyeződik és különféle rendszerű szennyvízelvezető csatornában kerülhet összegyűjtésre, majd a szennyvíztisztító telepre vezetésre. Végezetül a folyékony fázis tisztítása után általában élővíz befogadóba jut. A szennyvíztisztítás során kiválasztott iszapot pedig kezelés, víztelenítés után elhelyezik, hasznosítják. A kiválasztott nagy koncentrációjú csurgalékvíz - fázist visszavezetik a telepre befolyóhoz.



1. ábra. A települési hidrológiai körfolyamat szennyezőanyag transzportja (Dulovics Dné és Telekes 1995)

Az egyedi szennyvíztisztító létesítményekből vagy berendezésekből pedig - általában más lehetőség hiányában - a talajba, földtani közegbe, mint befogadóba vezetik a már megtisztított vizet. Vízmérleg szempontjából megállapítható, hogy a települési és regionális (közműves) szennyvízelvezetés és tisztítás során ma hazánkban kizárólag élővíz befogadóba történik a tisztított szennyvíz elhelyezése, míg az ivóvízkivételeknek több mint 70 %-a felszín alatti vízből ered.

Ez a települési hidrológiai körfolyamati modell azt eredményezi, hogy a közműves szennyvízcsatornázás fejlődése a felszín alatti vízkészletben monoton módon növekvő deficitet okoz, mivel nem pótolja vissza az onnan kivett és felhasznált vízmennyiséget. Vagyis a jövő nemzedékének érdekeit nem vesszük figyelembe ezzel a módszerrel.

HONNAN JÖVÜNK ÉS HOL ÁLLUNK?

A rendszerváltozáskor hazánkban a vízellátás és csatornázás, valamint a csatornázás és szennyvíztisztítás kiépítettsége közötti lényeges eltérés volt tapasztalható, amelyet, ha egy ollóval kívánunk ábrázolni, akkor ez az olló két szára közötti nagy különbséggel volt jellemezhető.

A talajvíz az egyedi szennyvízelhelyezés következtében elnitratosodott, és prioritásként először az egészséges ivóvízellátásról kellett gondoskodni. A közműves ivóvízellátást az életszínvonal szempontjából politikai

kérdésnek tekintették Pénzügyi korlátok miatt a szennyvízelvezetés, de különösen a szennyvíztisztítás és a szennyvíziszap kezelés lassan fejlődött, aminek következtében az ellátások között létrejöttek az „ollók”. Ezek az eltérések a nem kellő mértékben tisztított szennyvíznek a mélyebb talajrétegekbe történő szivárogtatása következtében tovább rontották az első vízáadó réteg állapotát. A víziközmű ellátottságra vonatkozóan statisztikai adatok a 2002. január 1-i állapotra Juhász (2003) rendkívül értékes összeállításában olvashatók. A Szerző ebben a publikációjában vizsgálta a vízellátás és szennyvízelvezetés közötti „ollót”, a szennyvíztisztító telepek kapacitását és terhelését, továbbá a szennyvíziszap elhelyezésének megoszlását (ld. 1., 2., 3., és 4. táblázatokat).

A működő 539 szennyvíztisztító telep átlagos napi (hidraulikai) terhelése csapadékvízzel együtt 923,6 ezer m^3/d és a szárazidei (hidraulikai) terhelés 853,1 ezer m^3/d értékre volt tehető 2002. január 1-én.

A 3. táblázat a 2002. január 1-re vetített hazai összes átlagos hidraulikai terhelési adatokat tartalmazza tisztítási fokozatokra bontva.

A szennyvíziszap kezelése és elhelyezése a szennyvíztisztításnál még elmaradottabb helyzetben volt. A mezőgazdasági és depóniában történt elhelyezésre vonatkozó 2002. január 1-i adatokat a 4. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. Ivóvízellátó és közcsonatna hálózatba bekapcsolt lakások száma és aránya Magyarországon 2002. január 1-én (Juhász 2003)

Lakások száma	ezer db	%
A hazai lakásállomány összesen	4 075	100,0
Közműves ivóvízellátó hálózatba bekötött lakás	3 794	93,1
Közterületi közkifolyóval ellátott lakás	174	4,2
Ivóvízellátó hálózattal ellátott lakás	3 968	97,3
Szennyvízcsatorna hálózatba bekötött lakás	2 172	55,3

2. táblázat. A hazai víztermelő és szennyvíztisztító kapacitások 2002. január 1-én (Juhász 2003)

Megnevezés	Kapacitás ezer m ³ /d
Víztermelő kapacitás összesen	5 000
Az üzemelő 6238 kút és 25 felszíni vízkivétel termelése	2030
Szennyvíztisztító telepek (hidraulikai) kapacitása	2110
ebből csak mechanikai (1) tisztítási fokozat	387
biológiai (2) tisztítási fokozat	1171
tápanyag eltávolítási (3) fokozat	552

3. táblázat. A hazai átlagos napi szárazidei hidraulikai terhelés szennyvíztisztítási fokozatonként 2002. január 1-én (Juhász 2003)

Megnevezés	Átlagos napi (hidraulikai) terhelés ezer m ³ /d
Csak 1. tisztítási fokozat	55,6
2. tisztítási fokozat	495,6
3. tisztítási fokozat	301,9
Szennyvíztisztítás összesen	853,1

Megjegyzés: átlagos napi hazai víztermelés 2002. január 1-én 2030 ezer m³/d, az összes átlagos szennyvízterhelés tisztítása az átlagos víztermelés 42 %-a, a 2. és 3. fokozat összesen az átlagos víztermelésnek a 39%-a.

4. táblázat. A szennyvíziszap hazai elhelyezésének 2002. január 1-i megoszlása (Juhász, 2003)

Elhelyezés megnevezése	db	Iszap- mennyiség t/d	Felhasználási arány %
Mezőgazdasági célú ebből közvetlen kihelyezés komposzt	74 77	16 273 27 515	14,3 24,2
Depónia, hulladéktelepek és meliorált felszínek (bányameddők lezárása) ebből átmeneti végleges	32 201	3 079 66 972	2,7 58,8

Hol vagyunk?

Az Európai Unió által támogatott harmonizáció következtében napjainkra a közműves szennyvízcsatornázás és szennyvíztisztítás jelentős fejlődésen ment keresztül. A Belügyminisztérium 2016. évi előzetes adatai szerint:

- a közcsonatnára bekötött lakások aránya 81,5 %, a növekedése – a 2002. évi adatokhoz viszonyítva – 28,2 %, ami azonban tovább növelhető a meglévő hálózatra és a ki nem használt vezeték hosszakra történő bekötésekkel,
- a szennyvízelvezető hálózat hossza 67,3 ezer km,
- a szennyvíztisztító telepek száma 826 db., a 2002-höz viszonyított növekménye 287 db.

A 91/271 Települési Szennyvíz Direktívában megfogalmazott európai követelmények alól, mint csatlakozó ország, haladékokat kaptunk, a következők szerint:

- 2008. december 31-ig kellett teljesíteni az érzékeny területeken levő $\geq 10\,000$ LE szennyvízelvezetési agglomerációk települési szennyvizet tisztító telepeinek a kiépítését,
- 2010. december 31-ig kellett teljesíteni, a fenti nem érzékeny területeken lévő települések meglévő szennyvíztisztító telepeit,
- 2015. december 31-ig kellett teljesíteni a $\geq 2\,000$ LE szennyvízelvezetési agglomerációk települési szennyvizet tisztító telepeinek a megvalósítását.

Az utolsó lépcsőt is teljesítettük, így ma a szennyvíztisztító kapacitások kiépítése biztosítja a közműves szennyvízelvezetéssel ellátottak szennyvizének tisztítását a 2 000 LE-nél nagyobb agglomerációkban, a 91/271 Szennyvíz Direktíva szerinti harmonizációs programjának megfelelően.

MERRE MEGYÜNK?

Az ENSZ 6.2 SDG teljesítése érdekében jövőbeli feladatként kitűzhetőket három nagy csoportba sorolhatjuk, melyeket egymással összhangban, a fenntarthatóság alappilléreire (környezet, társadalom, gazdaságosság) komplexen építve, kell megoldani.

- A legfontosabbnak az *újrahasznosítási* lehetőségek kihasználását tekintjük, ami paradigmaváltást kényszerít ki a szennyvíz-, szennyvíziszap elhelyezésében,
- a következőnek a meglévő létesítmények fenntartható *rekonstrukcióját és intenzifikálását*, és végezetül
- be kell fejezni a 91/271 Direktíva harmonizációját, a ≤ 2000 LE terhelésű szennyvíz-agglomerációk Víz Keretirányelvben megfogalmazott fenntartható szanitációját.

Újrahasznosítás

Az újrahasznosítás a fenntarthatóság érdekében ki kell, hogy terjedjen a szennyvíz és a szennyvíziszap, anyag- és energia tartalmára egyaránt (Ligetvári 2011 és 2017, Kárpáti 2017). Indokolja ezt a Földön tapasztalható klímaváltozás következtében kialakuló vízhiány, és a hulladékproblémák miatt kényszerűen bevezetésre kerülő körforgásos gazdaság, valamint a nyersanyagok, energiahordozók, és a talajok tápanyag készletében kialakuló hiányok.

A települési vízgazdálkodásban Magyarországon a vízhiány kialakulását az 1. ábrán már szemlélhettük. Ott mutattuk be, hogy azáltal, hogy hazánkban 70 %-ot meghaladó mértékben a felszín alatti vízkészletből nyerjük ivóvizünket, az ebből keletkező tisztított szennyvizet meg főként élővíz befogadókön keresztül a vízhálózatunk segítségével utaztatjuk a nagy vízfolyásaink által az alvízi országokba, folytonosan csapolva a hazai vízkészletet. Ez ma arra int bennünket, hogy a tisztított szennyvizet (szürkevizet) „új víz”-ként vegyük számításba, és olyan mértékig tisztítsuk csak meg ezt az új vizet, ami a talaj degradációját megszüntetni képes elfolyó vizet eredményez. Ez által a talajt, mint természetes befogadót sokkal nagyobb mértékben vegyük igénybe a szennyvíz elhelyezésére

és/vagy öntözéses hasznosítására. Hiszen a talaj biotop környezetet biztosít erre a célra.

A fenntarthatóságot és a komplex hasznosítást összekötve, ma a következő két lehetőség állhat előttünk:

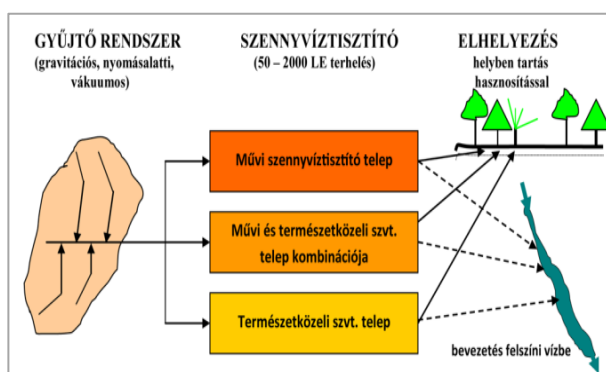
- az egyik út a $\leq 2\,000$ LE terhelésű szennyvíz-agglomerációs területeken ott, ahol a földtani közeg nem érzékeny és nincs magas talajvízszállítás, a szennyvíz befogadására, vagy az ún. szaniter rendszereket alkalmazzuk és a szürke szennyvizeket öntözésre használjuk, vagy a biológiailag tisztított szennyvizeket a talajba szivároztatjuk, talajvíz dúsítás érdekében vagy
- a másik út, hogy a 18/340 EU rendelet szerint a kommunális szennyvizet biológiai tisztítás után $\leq 10\,000$ E coli szám és ≤ 5 turbiditás mellett nem közvetlen élelmiszer (D osztályú, vagyis energiatű, vagy vetőmag stb.) termelési célú öntözésre használjuk.

Kiemelnénk még a fent említetteknek a párologtatást növelő-, és ez által léghőmérsékletet csökkentő hatásait, amelyek a nyári aszályos időszakokban, főként a települési környezetben, a klímaváltozás okozta hőmérsékletnövekedés mérséklése miatt, kedvezőnek tekinthetők.

A szennyvíztisztítás során kiválasztott alakos szennyeződés - a szennyvíziszap -, nem hulladék, hanem érték, melynek lehetséges mezőgazdasági-, vagy energetikai célú felhasználása, ugyanakkor napjainkban egyre nagyobb figyelem fordul az abban lévő, és egyre fogyatkozó nyersanyagok (pl. foszfor) másodlagos kinyerésére.

A közműves szanitációban a fenntarthatóságot biztosító rekonstrukciók, intenzifikációk rövid összefoglalása

A közműves szennyvíz-elhelyezési megoldások fenntarthatósága a csatornahálózat, szennyvíztisztító telep és befogadó(k) közötti kapcsolati rendszerben valósítható meg. Mindhárom elem kölcsönhatásait mutatja be a 2. ábra (Dulovics 2005).



2. ábra. A szennyvíztisztítás kapcsolata a csatornázással és a befogadóval (Dulovics 2005)

A befogadó – mely az elhelyezést biztosítja - milyensége határozza meg, hogy milyen fokú eltávolításra kell a szennyvíztisztító telepnek és az esetleges közvetlen kivezetéseknek (vészkiömlők, záporkiömlők) megfelelniük az output során, és a csatornahálózaton érkező szennyvíz adja meg az odaérkező inputot, vagyis, hogy miből kell a befogadó fenntarthatóságát a szennyvíztisztítás során elérni.

Ha részletezni akarjuk tehát, hogy milyen rekonstrukciókkal kívánjuk a fenntarthatóságot a szanitációval elérni, akkor a teljes rendszert, annak kölcsönhatásaival együtt szükséges vizsgálni. Így elemezni kell, hogy hogyan lehet a csatornahálózati problémákat, a szennyvíztisztítás fenntartható rekonstrukciója érdekében csökkenteni, hogyan lehet a befogadó fenntarthatóságát a szennyvíztisztítás rekonstrukciója során biztosítani.

A csatornahálózati rendszerek fenntartható rekonstrukciója során alkalmazható típusok összefoglaló bemutatása

Amennyiben az újrahasznosulást és újrahasznosítást tekintjük fő célunk, akkor a csatornahálózati rendszerek közül az ún. *javított* (modified) típusokat kell előtérbe helyezni, mind az elválasztott, mind az egyesített rendszerek esetében. Ezeknél a megoldásoknál a tisztítást nem igénylő és az azt igénylő vizek szétválasztásával és a tisztítás nélkül felhasználható vizek hasznosulásával csökkenteni tudjuk a szennyvíztisztító telepek terhelését az esetleges szabálytalan bekötések leválasztása révén, a csapadékvizek tudatosan tárolt, beszivároztatott hányadától. Ez azonban nem elegendő, hiszen a szennyvíztisztító telepek egyenlőtlen terhelését az ún. idegen vizek is okozzák, melyek a nem kellően vízzáró csatornába történő infiltráció révén beszivárognak, és túlterhelik a szennyvíztisztító telepet, végső esetben esetleg átmosva a biológiai tisztítást végző mikroorganizmus kultúrát is.

Ezért a csőhálózati rekonstrukciók gördülő fejlesztési tervek szerinti végzése elengedhetetlen. Itt elsősorban a lecsökkent szennyvízkibocsátás során a gyűjtőhálózatra kifejlesztett káros hidraulikai (leülepedések), biokémiai (szag- és korróziós hatások) következményeinek elhárítását is figyelembe vevő, kitakarás nélküli, ún. NO DIG technológiákat célszerű előtérbe helyezni, melyek építésük során a környezet és a lakosság mérsékelt zavarását idézik elő.

A rekonstrukciók megvalósítása tökélet igényel. Ennek a felújítási cikluson belüli összegyűjtése a szolgáltatás díjából történhet meg. Napjaink díjpolitikája ezt nem teszi lehetővé, mivel a közműadó- és a rezsicsökkentés miatt a szolgáltatást végző cégek csökkentett mértékű bevételekhez jutnak. Ezért az állam feladata a rekonstrukciókat lehetővé tevő díjpolitika bevezetése és alkalmazása.

A szennyvízcsatorna hálózatban a folyékony szennyezőanyagok összegyűjtése és a szennyvíztisztító telepre történő elvezetése a feladat. Ennek mennyisége az ellátott területen élők számától függ, mivel életük biológiai folyamatainak és életmódjuknak a függvénye. A szennyeződések szállító vízfogyasztást számos tényező határozza meg, legnagyobb hatást a fogyasztók gazdasági teherbíró-képessége gyakorolja. Ez két csoportra osztja a vízfogyasztást, van egy olyan hányada, ami nem árelasztikus, ez hozzávetőleg 60 l/fő/d, és az e feletti már árrugalmasnak tekinthető. A hazai tapasztalatok alapján 60 l/fő/d és 150 l/fő/d szennyvízkibocsátás tételezhető fel. Tervezőkor célszerű a települési vízfogyasztás elemzéséből kiindulni, és az ún. idegenvizek bejutását is vizsgálat tárgyává tenni. A csatornahálózatban a lakosegyenérték szám (LE) függvényében az 5. táblázat szerinti fajlagos szennyezőanyag kibocsátások tájékoztató értékeivel számolhatunk.

5. táblázat. A kommunális szennyvízben lévő szennyezőanyagok fajlagos mennyisége (g/LE/d) és koncentrációi (mg/l) 60-150 l/LE/d fajlagos szennyvízkibocsátás esetén

Megnevezés	Mennyiség (g/LE/d)	Koncentráció határok (mg/l)
KOI	120	2 000 – 800
BOI ₅	60	1 000 – 400
LA	70	1 167 – 467
öN	11	183 – 73
öP	2,4	40 – 16

Tervezéskor, ha van rá mód, a nyers-szennyvíz koncentráció mértékadó értékeit mérésrel célszerű meghatározni.

A befogadó típusai által megkövetelt szennyvíztisztítási igények

A tisztított szennyvíz elhelyezésére szolgáló befogadók a Víz Keretirányelvben megfogalmazottak szerinti, és/vagy az esetleges hasznosítás által igényelt mértékű tisztítást követelik meg.

A VKI egyik követelménye az élővizek „jó” vízminőségi állapotának előírása. E tekintetben hazánkban számos feladatot kell még teljesítenie az EU vízminőségre vonatkozó jelenlegi értékelése szerint, mivel a vízfolyásainknak hozzávetőleg 20 %-a felel meg ennek a követelménynek.

A tisztított szennyvíz öntözéses hasznosításának előtérbe helyezésével, ez a feladat csökkenthető, elsősorban például a Nagy Alföldön, vagy a már sivatagi tulajdonságú Homokhátságon, ahol a homoktalaj jó lehetőséget teremt a beszivárogtatásra. Itt kevés a nitrát-érzékeny terület, tényleg időben olyan technológia alkalmazására kell törekedni, amelynél a biológiai tisztítás után ne alkalmazzunk tápanyag eltávolítást, mivel ebben az esetben a talaj és növényzet egyaránt igényli a N és P tápanyagokat, mikroelemeket, a degradáció elkerülése érdekében. Ezáltal a szennyvíztisztítás költségei is, és ezzel párhuzamosan pl. az energiafelhasználás is csökkennek. Azok a telepek, amelyek tápanyag-eltávolításra is ki vannak építve, ezt a fokozatot az öntözésre fel nem használt, többetként jelentkező szennyvíz hányad tisztítására és/vagy haváriák (pl. nem várt túlterhelések stb.) eseteire használhatják elsősorban, kiegészítő technológiaként.

Alkalmazásra szóba jöhető szennyvíztisztítási technológiák a rekonstrukciók, illetve intenzifikációk során

A rekonstrukciók során természetes és mesterséges szennyvíztisztítási technológiákat alkalmazhatunk. Az intenzifikálás lehetőségei – melyek a fenntarthatóság érdekében kerülnek alkalmazásra - minden tisztítási lépcsőben megtalálhatók, eszközei és célja azonban más és más lehet (Dulovics 2016).

A mechanikai tisztítási lépcsőben kiemelhető a SEDIPAC 3 D. és a vegyszeres kicsapítás alkalmazása. A biológiai lépcsőben teljesítménynövelők lehetnek az eleveniszipos és biológiai csepegtetőteszt tisztítás kombinációjaként felfogható kötött- és mozgó fixfilmes rendszerek, vagy a membránszűrés alkalmazása. Az utótisztítás bevezetése intenzifikációt eredményezhet, pl. az utóülepítő hatásfokának a fokozásával, vagy újabb tisztítási egy-

ségek bevezetésével, főleg a mikroszennyező anyagok eltávolítása érdekében. A nyers és a hagyományos technológiákkal tisztított szennyvíz jelentős mennyiségben tartalmazhat ugyanis antropogén anyagokat, gyógyszer-, hormon-, növényvédőszer- és mikroműanyag stb. maradványokat. Ezeket az ún. „negyedik” tisztítási fokozatot biztosító mesterséges technológiai lépcsők beiktatásával (pl. ózon, poralakú aktív-szén adagolással), vagy természetközeli „szépítő” tavakkal lehet eliminálni. Ezeknek az alkalmazása stratégiai megfontolásokat igényel a fenntarthatóság teljes körű figyelembevételével, és az európai tapasztalatok értékelését a jelenleg Európában folyó kísérleti alkalmazások eredményeiből. Ennek a stratégiai feladatnak a kimunkálása a közeljövő halaszthatatlan és fontos feladata.

A ≤ 2000 LE terhelésű szennyvíz agglomerációk szanitációjának Víz Keretirányelvet kielégítő befejezése

Az ebbe a nagyságrendi kategóriába tartozó települések jelentős jellegzetessége a nem városias, szétszórt beépítés, a nagy telek és az ott folyó mezőgazdasági munka kiszolgáltatást biztosító épületállomány, kevés ipar, főként kisipar, kis vízhozamú vízfolyások, amelyek gyakran már jelentősen terheltek, esetleg időszakosak. Kis mértékben, általában 20%-nál kisebb mértékben fedett felületek. Ezért általában vagy nem gazdaságos a szennyvízcsatornázásuk, melynek küszöbérték mutatója: 45 lakás/km csatorna, ami megfelel 120-130 fő/km csatorna ellátásnak. Laza beépítés, kis laksűrűség, érzékeny területen 25 fő/ha, normál területen 35 fő/ha és 130-170 m/ha csatornasűrűség (Juhász 2000) vagy olyan csatornázási megoldásokat kell alkalmazni, melyek költségkímélők (Dulovics 2010, 2011). Ez utóbbi hazánkban is ismert és alkalmazott megoldásokat azonban objektív módon, a rájuk vonatkozó tapasztalatokat összegyűjtve értékelni volna szükséges.

A fentiek szerint tehát a szennyvíztisztítás szempontjából célszerű megkülönböztetni:

- az egyedi szennyvízelhelyezést biztosító szennyvíztisztító kislétesítményeket és kisberendezéseket - a 4-50 LE nagyságrendi kategóriában, és
- az 51- 2 000 LE nagyságrendi kategóriában a kis szennyvíztisztító telepeket.

Ki kell azt is mondani, hogy az ebbe a nagyságrendi kategóriába tartozó magyar állampolgároknak a VKI-t kielégítő szennyvíz-elhelyezési megoldását, ugyanolyan támogatás mellett volna szükséges beruházni, mint az e feletti méretű, és már ellátott agglomerációknál lakóké. E feltételek biztosítása ma azonban nem egyértelműen világos.

Szennyvíztisztító kislétesítmények és kisberendezések 4-50 LE tartományban

Az ebbe a nagyságrendbe tartozó megoldások műszaki-gazdasági követelményei az alábbiak:

- az ingatlanon keletkező szennyvíz ne korlátozza az életvitelt,
- a létesítmény legyen egyszerű,
- legyen érzéketlen a hidraulikai- és szerves anyagterhelés ingadozásaira,

- a létesítmény legyen egyszerűen, gazdaságosan megépíthető a telekhatáron belül, tájba illően,
- üzemeltetése legyen egyszerű, megbízható és energiatakarékos,
- ne igényeljen rendszeres felügyeletet,
- kicsi legyen a karbantartási igénye,
- és hosszú legyen az élettartama.

Mértékadó a berendezés egyszerűsége, megbízhatósága és az összköltség ráfordítás optimuma (Dulovics 2010).

Az egyedi létesítmények befogadója lehet élővíz és földtani közeg. Az elfolyó vízre vonatkozó követelményeket ma a 30/2008. (XII.31) Kormányrendelet 4. sz. Melléklete írja elő a **6. táblázatban** foglaltak szerint.

6. táblázat. Egyedi szennyvízkezelő berendezésekből elfolyó víz határértékei (30/2008 Kormányrendelet alapján)

Felszíni víz befogadó esetén	
Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI _k)	150 mg/l
Ammónia, Ammónium-Nitrogén (NH ₃ , NH ₄ -N)	40 mg/l
Földtani közegbe történő bevezetés esetén	
Fokozottan érzékeny és magas talajvízállású területen	
Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI _k)	75 mg/l
Ammónia, Ammónium-Nitrogén (NH ₃ , NH ₄ -N)	10 mg/l
Összes szerves Nitrogén (ÖN)	25 mg/l
Nem fokozottan érzékeny területen	
Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI _k)	100 mg/l

A rendeletben foglaltaknak a megfeleléségét az ENSZ 6.2. SDG –t kielégítő követelményrendszer szerint érdemes volna felülvizsgálni. Megalapozott és széleskörű kutatással elsősorban a talajnak, mint befogadónak és a beszivárgtatásnak, mint elhelyezési módnak - annak fajtáitól, rétegvastagságától, szennyezőanyag terhelésétől stb.-től függő mechanikai, biológiai, kémiai és bakteriológiai - eltávolító képességét mérések alapján meghatározott és szignifikáns tulajdonságai szerint figyelembe venni.

Megemlítsre érdemesek még az ún. STEP (Septic Tank Effluent Pump) rendszerek, mikor az oldómedencékben (septic tank) előtisztított víz összegyűjtése után közös „talaj- biológiai tisztító - szikkasztó” rendszerbe szivárogtatják be a vizet. Ezt a megoldást elsősorban a semi-centralizált elrendezés indokolja, amikor több épület oldómedencéjét kötjük össze a különböző befogadókba vezetés, vagy hasznosítás előtti biológiai tisztítást nyújtó létesítménnyel.

A szennyvíztisztítás egyedi berendezéseinek technológiájára általában a következő lehetőségek összekapcsolása használatos:

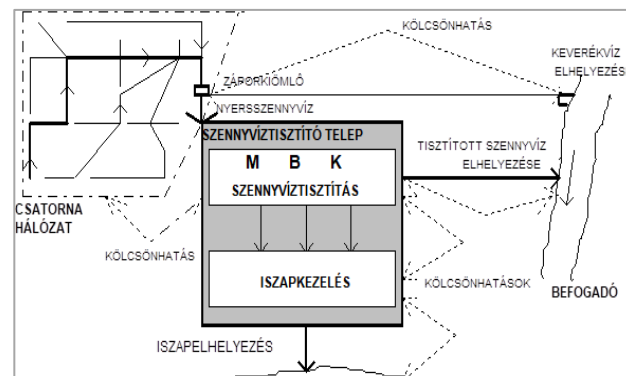
Előtisztítás	kiegyenlítés: oldómedence
Biológiai tisztítás	talaj-biológiai tisztító-szikkasztó
	eleveniszapos
	csepegtetőtestes
	tárcsás merülőtestes
	SBR
	fixfilmes
	membrán-eleveniszapos rendszerek
Utótisztítás	szűrés
	tavas tisztítás
	növényágyas rendszerek
	öntözés (nyárfás, suhángfüzes stb.)

Az egyedi berendezéseket lehetséges programszerűen a település ellátására telepíteni, ha az ún. Települési Szennyvízkezelési Program alapján a hatóság ehhez hozzájárul. Talaj befogadó esetén monitoring rendszert kell működtetni a talajba szivárogtatott vizek ellenőrzése érdekében.

Kis szennyvíztisztító telepek (50-2000 LE)

A ≤ 2000 LE terhelésű településeken alkalmazott gravitációs, vagy félgravitációs (átemelővel üzemelő) szennyvízgyűjtés tervezési módszereit felül kellene vizsgálni, mivel az ilyen településeken hektikusan keletkező szennyvíz lefolyás miatt, a minimálisan keletkező mennyiségek nagyon kis úsztatási mélység mellett megy végbe a gyűjtés, nagyon hosszú tartózkodási idővel. Ez feliszapódással és bűzkeletkezéssel jár. A gépi kényszerüzemű szennyvízelvezetés tapasztalatait pedig össze kellene gyűjteni és kiértékelni annak érdekében, hogy a velük szerzett ismeretek alapján épített rendszerekben kevesebb üzemeltetési problémával találkozunk a jövőben. Vonatkozik ez a több kistelepülést összekötő térségi, regionális rendszerek típusbáinak a megelőzésére is. A tapasztalatok összegyűjtését a vízfogyasztás alapján meghatározott fajlagos szennyvízkibocsátás meghatározásával kell kezdeni, hogy a kedvező hidraulikai feltételek biztosítására legyen kiinduló adat.

Az 51 – 2 000 LE agglomerációs nagyságrendben a 3. ábra szerinti tisztítási módszereket és elhelyezési lehetőségeket célszerű alkalmazni (Dulovics 2011).



3. ábra. A szennyvízgyűjtés, tisztítás és elhelyezés lehetőségei 51-2 000 LE terhelésű településeken (Dulovics 2016)

A szóba jöhető tisztítási technológiák részletesebben a következők:

- eleveniszapos tisztítás iszapstabilizálással,
- tárcsás merülőtestes és csepegtetőtestes,
- nem levegőztetett tavas,
- levegőztetett tavas,
- tavas és csepegtetőtestes kombinált tisztítás,
- növényzetes tisztítás,
- öntözés (nyárfás, suháng füzes)

Az eleveniszapos tisztításon kívül természetesen a felsorolt technológiákhoz a kiegyenlítés és a mechanikai előtisztítás (pl. kétszintes ülepítővel), vagy a STEP rendszeres összegyűjtés alkalmazása indokolt.

ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK

Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljai 6.2. pontjának teljesítése tekintetében hazánk az Európai Unióhoz való csatlakozás harmonizációja során hatalmas lépést tett előre az elmúlt években. Teljesítettük a 91/271 Települési Szennyvíz Direktíva által előírt feladatainkat a $\geq 2\,000$ LE terhelésű szennyvíz agglomerációk vonatkozásában. A beruházásokhoz az EU megfelelő támogatást biztosított. A hátralevő feladatokat a jelenlegi helyzet ismeretében három pontban fogalmazhatjuk meg, melyeket egymással összhangban, a fenntarthatóság alappilléreire (környezet, társadalom, gazdaságosság) komplexen építve, kell megoldani.

1. A legfontosabbnak az *újrahasznosítási* lehetőségek kihasználását tekintjük, ami paradigmaváltást kényszerít ki a szennyvíz-, szennyvíziszap elhelyezésében,
2. a következőnek a meglévő létesítmények fenntartható *rekonstrukcióját* és *intenzifikálását* tekinthetjük, végezetül
3. be kell fejezni a ≤ 2000 LE terhelésű szennyvíz-agglomerációk Víz Keretirányelvben megfogalmazott fenntartható szanitációját.

Ez utóbbi település-nagyságrendben lakó népességnek a gazdasági teherbíró képessége korlátozott, ezért a jelenleg nem körvonalozott támogatások körét a többi, már korábban ellátott magyar állampolgáréval azonos szinten kell a társadalmi szolidaritás jegyében kidolgozni.

IRODALOMJEGYZÉK

Dulovics D. (2005). Csatornahálózat, szennyvíztisztítás és befogadó kapcsolata, MaSzeSz HÍRCSATORNA, 2005 május-június, pp. 3-7.

Dulovics D. (2010). Szennyvíztechnika kistelepüléseken I. ≤ 50 LE terhelési kategória. MaSzeSz HÍRCSATORNA, 2010 november-december, pp. 3-15.

Dulovics D. (2011). Szennyvíztechnika kistelepüléseken II. MaSzeSz HÍRCSATORNA, 2011 január-február, pp. 3-12.

Dulovics D. (2016). MMK Szakmai Továbbképzés. Szennyvíztisztító telepek intenzifikálása, rekonstrukciója, beleértve a szennyvíztisztító kisberendezéseket is. Budapest, 2016. január 26.

Dulovics Dné (2018). Mit kell tennünk, hogy mindenkinek legyen méltányos szanitációja. MHT. XXXVI. Országos Vándorgyűlése 1. Szekció előadása, Gyula, 2018. július 4.

Dulovics Dné és Telekes G. (1995). A környezeti hatásvizsgálatok módszerei, European Commission TEMPUS Structural Joint European Project SJEP-09015/95, Architectural Ecology-Építészeti Ökológia, YMMF, Sorozatszerkesztő: Novák Ágnes, Budapest

Juhász E. (2000). A csatornahálózatra és szennyvíztisztító telepekre (az Európai Bizottság 93/481 EK határozata szerint) vonatkozó megfelelőségi kritériumok és szabályok, mérési eljárások, határértékek kidolgozása, megfogalmazása, 3. Tervezet, Kézirat, Budapest.

Juhász, E. (2003). Hová jutott a közműolló, avagy mit lehet kiolvasni a statisztikából

Ligetvári F. (2011). Víztelenített szennyvíziszapok mezőgazdasági elhelyezésének és hasznosításának számítási alapjai, Hidrológiai Közlöny, 91. (1), pp. 9-14.

Ligetvári F. (2017). A részlegesen tisztított szennyvíz közcélú hasznosítása, MaSzeSz XVIII. Országos Konferencia, előadás (ppt), Lajosmizse

Kárpáti Á. (2017). Szennyvíziszapok – újrahasznosítási lehetőségek – EU gyakorlat, MaSzeSz HÍRCSATORNA, 1. szám. pp. 20-38.

MaSzeSz HÍRCSATORNA, 2003 január-február, pp.17- 21.

Ország J. (2018). VÍZÖNELLÁTÓ. <https://www.eautarcie.org/hu/>

Fórum



Dr. Szabó Iván ügyvéd, a Magyar Víziközmű Szövetség (MAVÍZ) Vízipari Tagozat vezetőségének 2013-2016 közötti időszak elnöke, valamint ugyanakkor a MAVÍZ Elnökség tagja, a víziközmű szolgáltatások fenntartható fejlesztése szempontjából kiemelt fontosságú integráció kérdést vizsgálja az alábbi cikkében. A szerző kérésére a cikket angol nyelven közöljük, annak nemzetközi érdeklődést is kiváltható tartalma miatt.

Integration, a key to sustainable development in water utility services

Iván Szabó

attorney (szabo.ivan@drszaboivan.hu)

INTRODUCTION

The concepts of *sustainable development* and *water management* have become popular topics in international public discourse^[1]. These two concepts have become almost inseparable by today, because these are the ones we mention when we are seeking for answers for the problems of global warming, which has already stated to affect our immediate environment.

Sustainable development is a development process (of land, cities, production processes, societies) that “*satisfies present needs without impairing the ability of future generations to satisfy their needs*”; as it was defined by the 1987 Brundtland Report of the United Nations^[2].

What establishes the best relationship between water utility services and sustainable development?

Well, *water utility services are covered by the concept of water protection*, and as such, they are *part of the broader concept of water management*, but it is not entirely covered by it. The operation, and especially the establishment, of public water supply, is, in essence, a form of services provided via pipelines. For the sake of society – for the sake of sustainable development, if you like – public water services *intervene and transform nature*, and this is the point, namely this intervention into nature, that establishes the relationship between sustainable development and public water services.

What kind of water management do the regulations of a given country establish to satisfy the obvious needs of a given historical period, while making such a system capable of serving future generations as well? Moreover, if it intervenes into the environment already at the time of establishing or maintaining it, then how can it do that without causing any permanent and irreversible damage to the environment^[3]?

The *connection of the topics of water and sustainable development* makes ordinary people *typically think of environmental issues*: floods, polluted rivers, dried-up lakes, thirsty people, etc. The system control centre of a waterworks or a wastewater treatment facility, a large pipeline, etc. are less commonly imagined by ordinary people. The operation of public water services is, however, one of the

most significant elements of the connection between water management and sustainable development.

As far as I know, there has not been any permanent and major water shortage in Hungary for years, except for some local technological breakdowns^[4]. By coincidence, there was a breakdown just during the preparation of this paper, elucidating the topic of my paper better than anything: in the beginning of September 2017, the karst water bases of Hámor, operated by the Miskolc Waterworks, became polluted by the extraordinary precipitation; therefore, the supply of drinking water would have to be limited^[4].

The supply of drinking water/sewerage services are however relatively rarely interrupted by similar breakdowns in Hungary. Is it only our proverbial good hydrological situation we can thank for this to?

The summer of 2017 put many European countries to the test. Naturally, it was the Southern European countries which suffered most from the drought. This summer, Rome did not see any rain for 100 days, and water restrictions had to be applied frequently in the “Capital of the World”^[5]. Some Hungarian tourists might have experienced that. In Portugal, huge forest-fires caused major water shortages. In Spain, continuous water supply has been a challenge to the South for years^[6].

The question gives itself: Is it sure that only the water was “scarce”? According to engineers: no. According to hydraulic engineers, if there had been properly interconnected systems, uninterrupted water supply would have been possible from relatively close water bases with significant capacities.

The thing the professionals complained about was that the non-interconnection of systems, the unregulated property and use, the lack of the appropriate permits, or the lack of authorities with competence and jurisdiction and their inability to decide due to the defects of the relevant laws hampered rapid interventions.

If somebody checks the websites about scientific research projects now, then one can see that young Italian, Spanish and Portuguese scientists publish articles in which

they criticise the lack of regulations and the non-establishment of the appropriate institutional framework, and they demand integrated public water services^[7].

The term “*good water governance*”^[8] has become one of the cornerstones of the papers on sustainable development. If we translate the Hungarian translation back, it often reads “*good water management*”. It means, however, much more than this: it would be better to use the word-for-word translation and speak about “*a vizek jó kormányzása*” (which is something like the “*good governing of waters*”), because, as I have pointed out in the foregoing, the operation of public water services is in fact part of the concept of water management, but it was the appearance of the code-like regulation in 2011 that has specialised it much more in comparison to the original concepts.

The aim of this paper is to point out the fact that, during the reforms of Hungarian public water services between 2011 and 2016, it was the integration, as the means, that established the protection of the interests of sustainable development in this sector.

In this paper, I use the term “integration”^[9] in the public water services sector as follows: *Integration is the process in which undercapitalised operators employing a few professionals and providing their services in relatively small geographical areas are combined into larger, more capitalised, well-equipped operators with an optimum scale of plant or merger, i.e. they integrate*^[10].

I, of course, analyse the process from a legal point of view, not only because I am a lawyer myself, but also because there are only a few areas where a major transformation was based on the relevant legal regulation to such an extent.

This base is Act CCIX of 2011 on Water Utility Services (hereinafter referred to as Water Utility Services Act), then Government Decree No. 58/2013. (II. 27.) on its implementation (hereinafter referred to as Implementing Decree) and, last but not least, the case-law of the Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority (hereinafter referred to as MEKH)^[11].

The fact that the integration process outlined in this paper could end without any major conflicts and successfully might be due to the fact that there had been only a few reforms which would have applied the principle of “In the beginning, there was the Word” so clearly than during the reform of public water services.

The significance of the Water Utility Services Act was, amongst others, that it finally raised the regulation of public water services and the supply of drinking water and sewer services to the level of acts of Parliament. It put the ownership structure, the relationship between service providers and those responsible for the supply, and the relationship between consumer and service providers to order. It established the high authority for public water services within the Hungarian Energy Authority (MEH), then the MEKH, it specified the rules of procedure of the authority and, finally: it integrated public water service providers.

It is a publicly known and often mentioned fact that, between 2012 and 2013, so in a year, the number of public water service providers and other organisations engaging in the same activity, reduced to one tenth in Hungary. Public discourse calls this single moment, process as integration.

If we, however, consider the definition given above, then integration during the reform of Hungarian water utility services does not only mean that the number of providers decreased, but the application of the various requirements did make the services integrate as well. Services have become more efficient, which means that, from another point of view, they have become more environmentally friendly, which otherwise supports the values of sustainable development, often cited by the Water Utility Services Act.

The aim of this paper is to prove the hypothesis that the integration efforts of the Water Utility Services Act served the interests of “*good water governance*” in Hungary in the end, and through this, they contributed to the ensuring of the goals of sustainable development.

HOW INTEGRATION, AS A GOAL, APPEARS IN THE RECITALS AND BASIC PRINCIPLES OF THE ACT?

Integration, as a goal to achieve or as a means to “*good water governance*” is not a declared aim of the Act; however, its goals include “*sustainable development in the sectors of public water services*”^[12].

One of the gap-filling innovations of the Water Utility Services Act was that it specified the fundamental principles of public water services. In the light of their application in practice, we divide these fundamental principles to declared and operational ones.

It is important to know, that the 11, i.e. 10+1, fundamental principles are *subordinated to one another according to their sequence*, which means that, in the event where there is a conflict between two fundamental principles, the principle with a larger sequence number is subordinated to the one with a smaller sequence number (which means that, in the event of a conflict, the ones in the beginning of the sequence should be considered; this is the meaning of the +1, i.e. the 11th fundamental principle).

Although integration, as an expression, does not appear in the fundamental principles of the Water Utility Services Act, but the expression “regionality” does^[13], it does, however, obviously express integration – the integration of service areas in this case – and to such an extent that certain authors rather apply the word “regionalisation” instead of “integration”^[14].

I do however disagree with this, because I interpret the concept of integration, as I referred to it in the Introduction, in a much broader sense. The expression “regionalisation” only refers to the logical and reasonable combination of service areas, but this does not cover the entire concept of an integration-based reform. Furthermore, according to my point of view, the expression “regionalisation” is not correct, because there have been some professionals of water utility operation who – not entirely unfoundedly

– thought that the big winners of integration are the large state-owned regional water utility corporations. Therefore, they identified, negatively, the concept of regionalisation with the integration implemented by the state-owned corporations.

Point f) of Paragraph (1) of Section 1 of the Water Utility Services Act, i.e. the 6th fundamental principle states: *point f): principle of regionality: if, considering the interests of users, establishment of contiguous public water services system that covers multiple settlements is a solution more reasonable than having separate public water services systems in technical and economic terms when it comes to establishing or improving public water services, then priority should be given to the establishment of a contiguous public water services system,*

One can interpret the provisions quoted that the Water Utility Services Act prefers the establishment of contiguous systems over separated systems, although it sets a limit of “reasonability” to it. It must be mentioned that the Government Decree adopted for the implementation of the Water Utility Services Act provides a much more profane definition when, in case of issuing the licences for providing such services, it prohibits the issuance of operating licences for non-interconnected systems beyond a certain distance^[15].

The next fundamental principle related to integration is, in my point of view, the fundamental principle of the cooperation of water utility providers in Point j) of Paragraph (1) of Section 1 of the Water Utility Services Act, which is the 10th fundamental principle: *j) principle of co-operation of public water suppliers: if the same entity is responsible for supplying a given area, then they might strive for – without infringing the rules of competition in Treaty on the Functioning of the European Union – having the same public water supplier performing the activities of public water supply when they organise the public water supply*^[16].

It is known that public water operations consist of two sectors: drinking water supplying and wastewater treatment. One can say that these two services are usually provided by the same service provider, but it is not self-evident. In Hungary, it is actually Budapest where the two sectors are separated into two legal entities^[17]. The fundamental principle of cooperation, strictly considering the prohibition to limit competition, urges that the two kinds of services are provided by the same service provider, if possible.

Many authors ignored this provision in research projects on integration. If we, however, follow the logic that it is more rational if the same service provider deals with these two kinds of services, more rational operations allow for the saving of costs and more efficient services, then it is quite clear that the fundamental principle of cooperation is also a fundamental element of integration; thus, it can promote the goals of sustainable development^[18].

After declaring the integration of water utilities with the principles of regionality and cooperation, the Water

Utility Services Act established the body implementing the integration: that is the Chief Water Authority.

Establishment of the Authority was also something legislation should have done for a long time, almost 40 years, actually.

The Authority was first integrated into the Hungary Energy Authority (MEH), then, due to a modification of the relevant Act^[19], it was integrated into the Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority (MEKH), where it is headed by one of the vice presidents of MEKH.

As regards the service providers and entities responsible for the supply, the Authority has constitutive and declarative powers, and has strong supervisory rights over the service providers^[20].

If we wanted to analyse the competence, powers of the Authority and its practice so far, then it would go far beyond the limits of this paper. Therefore, I only provide a summary to highlight the powers the Authority exercises in terms of integration.

First of all, the most important element of its competences in this regard is the issuance of the licences to provide water utility services, but the Authority has many other competencies that contribute, directly or indirectly, to the integration efforts. Such competencies are the investigation of ownership, the investigation of outsourcing, the investigation of so-called corporate law events^[21], the supervision of mergers, secessions, etc.

The detailed conditions of authorisation and licencing are included in Government Decree No. 58/2013. (II. 27.) and the Implementation Decree to the Water Utility Services Act. Its Section 30 provides a detailed definition of the conditions the Authority checks when issuing an operating licence, and the conditions the application of which it checks in the regular supervision of such licences. On the whole, the Authority checked financial, technical, organisational, logistical and workforce conditions when it issued the permits, and it checks the indicators of such in its revisions^[22].

One can see that the Implementing Decree sets extraordinarily strict conditions for issuing a licence. However, the practice shows that the greatest challenge aspirants face is, surprisingly, not the financial or technical conditions, but the provision of the right workforce.

Provisions of the Implementing Decree impose strict requirements for the professionals performing operational responsibilities, and many service providers were unable to meet such requirements. Uniquely, certain water utility providers were forced to integrate for personnel conditions, which draws attention to the fact what a difficult situation the water utility sector faces in terms of qualified personnel.

Among the requirements for issuing the service or operating licence, the, perhaps, most important factor of integration efforts was the user equivalent, which caused a lot of professional (and political) debate but was implemented in the end.

Over the evolution of the Water Utility Services Act – this value was changed several times during the legislative process, then after the entry into force of the Act as well – the final indicator of 150,000^[23] is, in essence, meant to express the size of the water utility service provider in consideration of the number of users connected to the same water utility service provider^[24].

Looking back at the integration processes in the recent years, it is visible that the user equivalent was eventually “triumphant” and became one of the most important means of integration. At the time of preparing this speech (September 2017), the question of user equivalent was almost obsolete. The integration had been completed by 2016; it is, however, still going on, very slowly, in case of service providers whose user equivalent is enough.

OPERATOR OF PUBLIC INTEREST

If we speak about integration efforts, we must mention a new legal institution, the issue of *operator of public interest*.

Section 32 of the Water Utility Services Act and Chapter III of its Implementing Decree provide for the operator of public interest. The point of this legal institution is that – if the service becomes impossible, for reasons either related to the service provider or else, then – the Authority will appoint an operator of public interest from the service providers, which had originally assumed the voluntary obligation to act as such. This means that it establishes temporary service rights for the supply area of another service provider. Thus, it therefore establishes a forced obligation^[25]. The Act and the Implementing Decree provide, in this regard, an extraordinarily detailed regulation for both the determination of prices, costs and the taking of possession. The fact that the Authority may appoint – if the circumstances (typically in the case where the troubled service area does not share a border with another area that is supplied by a service provider on the list of operators of public interest) justify that – a service provider that originally did not agree to be on the list operator of public interest is a special form of forced obligation.

It could be just a question: why should be regarded such a “crisis-managing” legal institution as part of integration, and how could it be related to the requirements of sustainable development?

In my view, operation for public interest is also some kind of integration. If a listed (or non-listed) service provider takes the service area from another service provider which cannot render its services any more, then we can see a specific form of integration, enforced by the law, because this reduces the number of service providers, while the operator of public interest is forced to fulfil its obligation to supply on a larger service area.

If we return to the introduction of this paper, then the institution of operation for public interest is one of the most striking examples for the Hungarian regulatory framework’s ensuring the conditions of “good water governance”. Thus, it serves the interests related to sustainable development.

If we study the practice of MEKH when it comes to the issue of operators of public interest, then one can see that there have been relatively few cases where the services or the functioning of the service provider would have become completely impossible^[26]. It was much more typical that the service provider responsible for a given service area did not conclude the service agreement with a service provider holding the necessary licence (or failed to conclude such an agreement in time), therefore the Authority was forced to order an operator of public interest.

Although this legal institution was developed primarily for technical or financial force majeure situations, one should not underestimate the significance of the fact that it gave MEKH the possibility and means to maintain the momentum of the integration process, which it did with the appropriate level of courage.

It is easy to discover the connection: if the MEKH fails to appoint the operator of public interest, which is a means to enforce integration with the force of law, then the conclusion of service agreements in the affected service areas would have fallen victim to particular interests or administrative incapacity. These areas would have been left out from the process of integration, as a result of which their management would have quickly become impossible, and there would have been a major fallback in maintenance and reconstruction works in comparison to integrated areas, which would have obviously caused trends running counter the interests of sustainable development.

ISSUE OF OPTIMAL SCALE OF PLANT

The integration process was therefore successful, the only question remaining is that to what extent does it serve the interests of sustainable development? The answer lies in the *issue of optimal scale of plant*.

As it is simply pointed out by Horváth and Péteri “In case of networked services, the most important cost driver is the efficient scale”^[27]. The optimal scale of plant is the scale at which the long-term cost level is at its minimum^[28]. The optimal scale of plant, as a result of the integration activity, yields better efficiency.

Certain authors, accepting the results of the Water Utility Services Act, emphasise that the efficiency improvement and the uniformisation of the service level yielded by integration – which certain authors call monopolisation which is, in my opinion, wrong – contribute less to environmental aspects. They mention, for instance, that, although the Water Utility Services Act sets out the “polluter pays”^[29] principle as a fundamental principle, such fundamental principles remain on the level of declarations only.

Honestly, such criticism is not entirely unfounded, because, for instance, the fundamental principle of cost recovery could practically not be enforced in the recent years, but it is not a deficiency of the act. The Act specifies clear mechanisms for pricing water. To what extent does the legislator perform its pricing obligation – that is another question.

The public utility tax, separate taxes and the system of reducing residential utility charges – which were subject to a great deal of professional criticism – coupled with the

labour shortage which is getting more and more serious and the parallel increase of wages, have obviously made the situation of service providers difficult^[30]. The lack of funds postpone infrastructural reconstruction projects in the first place.

We must, however, consider that non-reconstruction used to be already an issue decades before the entry into force of the Water Utility Services Act. Moreover, one can say that the situation was much worse due to the segmented market of service providers.

Better efficiency and the optimal, or more optimal scale of plant – which were made possible through the integration – make the allocation of larger funds for reconstruction possible.

The continuous postponement of reconstruction projects must be contained in the future, but it would be physically and economically impossible if one expected that all the previously postponed reconstruction projects could be done immediately or at least for the most part.

Even now, there are several concepts in this regard. The most likely one of them is that the State will create a *Reconstruction Fund*, and the different service providers will have the chance to apply for its funding with proper technical reasoning.

Mr. János Ede Szilágyi, who is perfectly familiar with this topic and has already published a great number of authoritative articles expresses the following thoughts on the relationship between the Water Utility Services Act and integration: “In our view, the process of integration might contribute to the implementation of the necessary developments and the top urgent maintenance works. What could be the price of this? Well, the details of this are a topic of another study. We can, however, definitely state that, if more funds are not allocated for the reconstruction of the infrastructure, then even the integration will be a step which will have been taken to the right direction, but it incapable of reaching the goal on its own”^[31].

I cannot agree with this finding of this author, whom I otherwise hold in high regard. As I have already mentioned it several times above, we could never expect the integration of water utility service providers to solve the issue of reconstruction having been postponed for forty years on its own. On the contrary, I do state that the integration implemented by the Water Utility Services Act is not a unique, but an indispensable element to the renewal of the Hungarian water utility system.

If we only look at the future plans, it is easy to see that the players of the sequences operating structure could submit applications for calls (for this, see the technical criteria) that are aimed at the investments of this water utility construction fund.

If we put an equation sign between reconstruction and sustainability expectations, and if we accept that water utility integration is an indispensable element of reconstruction, then we can clearly answer the question providing the topic of this article: the connection between the integration of water utilities and sustainable development.

Securing the interests of sustainable development is a central objective of the Water Utility Services Act. It is obvious that the Water Utility Services Act must ensure the attainment of this objective on the medium and long run as well. If integration is a key to sustainable development, then one must mention the future of integration as well.

If we follow the Hungarian water utility market, then one can see that the integration has slowed down since 2014. There are several reasons for this.

The primary reason is that most service providers have reached their optimal scale of plant, they have the required user equivalent.

The deceleration of integration is also explained by the fact that integration means quite high initial costs for the service providers. There were municipalities, with which the responsibility of supply rested that asked for a consideration for the service agreement, the rationalisation of previous services also implied significant costs. One must separately mention the costs implied by the termination of the employment of non-technical, white collar staff and the direct costs caused by the increasing wages of technical staff. Integrator service providers often encounter the situation that the areas of operation they have taken over often were not in an appropriate technical condition, therefore they must often effect major developments on them. This otherwise also proves that the integration process contributed to the expectations of sustainable development. (It is easy to see what would have happened with these areas of operation if the Water Utility Services Act does not force integration.)

We can therefore state that, after the large wave of integration, the integrators require some time to “get over” the initial direct effects of the integration process.

HAS THE INTEGRATION STOPPED AND CAN WE REGARD THE CURRENT OPERATIONAL STRUCTURE AS FINAL?

We can certainly say: no. We can prove this with several arguments.

There are still integration processes going on, these are, however, only indirectly subject to the act: such integration processes are forced primarily by economic processes. Above, I have already mentioned that the service providers are subject to a considerable tax burden, while the fundamental principle of cost recovery has not applied in this sector since 2011. We expect integrations in the medium term that are forced by this situation.

Finally, one should not forget that government efforts themselves generate integration. It was the establishment of the construction fund to provide financial coverage for reconstruction projects when the opinion became stronger. The goal should be ultimate integration, full state ownership.

I must add, however, that these are only opinions, amendments to the act in process at the time of preparing this paper did not contain any such aspirations.

CONCLUSION

As we saw, the Water Utility Services Act declared the fundamental principle of sustainable development. A way to ensure sustainable development is to integrate water utilities, which does not only mean the consolidation of water utility providers.

During the integration, undercapitalised operators employing a few professionals and providing their services in relatively small geographical areas are combined, merged into larger, more capitalised, well-equipped operators with an optimum scale of plant, and, if possible, they can reach the plant size where they can reduce their costs.

The Water Utility Services Act declares integration on the level of fundamental principles in the fundamental principle of regionality and cooperation and creates its organisational and legal instruments as well.

This Act has established the Chief Water Authority, the regulatory authority, as an organisational instrument, which has promoted integration through the issuance or refusal, as appropriate, of service licences, and it guards the preservation of integration through its exercising of its supervisory rights.

The most important legal instrument of the integration was the introduction of the user equivalent. However, the personnel, material and financial conditions specified in the Implementing Decree proved to be of at least same importance.

Introduction of the institution of *operator of public interest* proved to be special instrument of integration, since a service provider was replaced by an operator of public interest; however, in many cases, in the service area of a supplier that failed to conclude an operation contract with the licence-holding water utility provider.

Although integration itself has slowed down, but it has not stopped completely, because the organisations are forced to integrate by instruments falling outside the law, such as economic and financial issues, but the increasing shortage of professionals is becoming more and more significant as well.

Currently, the greatest issue of water utility services is the long-postponed reconstruction works. Integration of water utilities is one of the most important elements of this process, although there are other ones as well. Water utility providers having optimum scale of plant can utilise the financial assistance for funding the reconstruction works. Integrated water utility providers are therefore the focal points of sustainable development.

LITERATURE USED

Gy. Biró (2004). Common rules on contract law and contract law. University Textbook. Novotni Foundation. p. 585.

Dr. I. Szabó and M. Garcia Quesada (2017). Historical Waves in Hungarian Water Reform and Implications for Integration Article. Utilities Policy, 2017, Vol. 46, Issue C, pp. 15-21.

J. E. Szilágyi (2014). Integration of Hungarian water utilities from a legal point of view. Pro Futuro 2014/1.

Horváth M. T.–Péteri G. (2013). Nem folyik az többé vissza. Az állam szerepének átalakulása a víziközmű-szolgáltatásban [It will not go back anymore. The transformation of the role of the state in the water utilities service.], In: Valentiny P., Kiss F. L., Nagy Cs. I. (Eds.) Verseny és szabályozás, 2012, Budapest, MTA KRTK Közgazdaság-tudományi Intézet, pp. 177–200.

Legislation

The CCIX 2011 Water Utilities Service law.

The CCIX 2011 Water Utilities Service. 58/2013 on the implementation of certain provisions of the Act. (II.27.) Government Decree.

Act XXII of 2013 on the Hungarian Energy and Utilities Regulatory Office;

Act V of 2013 on the Civil Code.

Internet

<http://www.origo.hu/nagyvilag/20170828-vizkorlatozas-romaban.html>

<http://nepszava.hu/cikk/1135560-elnemulhatnak-a-vizcsapok-romaban>

<http://hu.euronews.com/2017/08/15/a-kiszaradas-szelen-a-leghosszabb-spanjol-folyo>

https://www.researchgate.net/publication/320174277_Water_Policies_and_Conflict_Resolution_of_Public_Participation_Decision-Making_Processes_Using_Prioritized_Ordered_Weighted_Averaging_OWA_Operators/2017.10.08/

https://www.researchgate.net/publication/319998615_Integrated_Water_Management_Approach_for_Vulnerability_Reduction_in_Delhi_India/2017.10.08/

https://www.researchgate.net/publication/318275673_Identification_of_Optimal_Water_Supply_Portfolios_for_a_Major_City/2017.10.08/

https://www.researchgate.net/publication/317888275_Sustainability_disclosure_among_Italian_water_utilities_what_and_how_they_report/2017.10.07/

<http://watergovernance.org/water-governance/2017.10.08/>

http://www.maviz.org/system/files/kpmg-maviz_vizikozmu_agazati_helyzetkep_20150513.pdf

ADDITIONAL NOTES

[1] There are thousands of publications and research projects on the relationship between “sustainable development” and water management; therefore, it would be impossible to enumerate them here; there are numerous international organisations dealing with this topic itself: The relationship between water and sustainable development was a central topic of the 2016 Water Summit, which was held in Hungary:

<https://www.budapestwatersummit.hu/vilagtalalkozo/atekintes/atekintes-a-fenntarthato-fejlodesi-celokrol-537>
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

[2] The Brundtland Report: Gro Harlem Brundtland was the Chair of the World Commission on Environment and Development of the UN (in short: the Brundtland Commission) in the middle of the 1980s, where she developed a detailed political plan on sustainable development. The Commission's final report, which is also called the Brundtland Report, was published in 1987 with the title: "Our common future".

[3] There are numerous Hungarian research projects that focus on this topic. Therefore, we only want to emphasise only a few of them here, without aiming to give an exhaustive list.

J. Pump (2011). A jog hatása a fenntartható közszolgáltatásra a hulladékgazdálkodás és a vízgazdálkodás területén. [The effect of law on sustainable public services in the domain of waste management and water management]. PhD dissertation (a version of a research organisation debate). Budapest, Eötvös Loránd Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Doktori Iskola [Doctoral School of Law of the Eötvös Loránd University].

P. Belényesi (2013). A vízzolgáltatások hatékonyságának javítása a Vízkeretirányelv egyes rendelkezései és a szennyező fizet elvének tükrében. [Improvement of the efficiency of water services in the light of certain provisions of the Water Framework Directive and the 'polluter pays' principle]. PhD dissertation. Debrecen, Debreceni Egyetem Marton Géza Állam- és Jogtudományi Doktori Iskola. [Marton Géza Doctoral School of Law of the University of Debrecen].

M. Szappanyos (2013). Víz és jog – A vízhez való jog érvényesíthetősége az ENSZ keretében. [Water and Law – Enforcement of the right to water within the framework of the United Nations]. Veszprém, Veszprémi Humán tudományokért Alapítvány [Foundation for Humanities in Veszprém].

V. Greksza and M. Szabó (eds.) (2013). Right to Water and the Protection of Fundamental rights in Hungary. Pécs, PTE ÁJK Központ.

Cs. Csák (2012). Legal studies in the field of sustainable natural resources. Miskolc, University of Miskolc.

[4] *Zoltánné Kiss, J. Bodnár, Á. Asztalos, E. Papp* (2016). A 2006. évi miskolci ivóvízjárvány környezetegészségügyi ismertetése [Environmental Health Information about the 2006 Drinking-water Shortage in Miskolc] <https://www.heol.hu/heves/kozelet-heves/abasari-vizkrisis-evek-kellenek-a-szennyezes-megszuntetesehez-567142/>

[5] <http://www.origo.hu/nagyvilag/20170828-vizkorlatozas-romaban.html>; <http://nepszava.hu/cikk/1135560-elnemulhatnak-a-vizcsapok-romaban>

[6] <http://hu.euronews.com/2017/08/15/a-kiszaradas-szelen-a-leghosszabb-spanjol-folyo>

[7] Hundreds of publications have been made in this topic; therefore, we mention some of the latest ones without aiming to provide an exhaustive list:

https://www.researchgate.net/publication/320174277_Water_Policies_and_Conflict_Resolution_of_Public_Participation_Decision-Making_Processes_Using_Prioritized_Ordered_Weighted_Averaging_OWA_Operators

https://www.researchgate.net/publication/319998615_Integrated_Water_Management_Approach_for_Vulnerability_Reduction_in_Delhi_India

https://www.researchgate.net/publication/318275673_Identification_of_Optimal_Water_Supply_Portfolios_for_a_Major_City

https://www.researchgate.net/publication/317888275_Sustainability_disclosure_among_Italian_water_utilities_what_and_how_they_report

[8] <http://watergovernance.org/water-governance/>

[9] The term "integration" generally means unification, inclusion, merger or joining.

[10] The author's definition.

[11] For more details, see: *Dr. I. Szabó-M. García Quesada* (2017). Historical waves in Hungarian water sector reform and implications for integration Article in Utilities Policy.

[12] Recitals of the Water Utility Services Act: "The Parliament, in order to define fundamental rights and obligations related to public water services, protect the nation's wealth in public water services, attain the goals of sustainable development and sparing fresh water stocks, provide the conditions of public water services that ensure consumer protection to a wide extent, establish a regulation that ensures the implementation of the foregoing and corresponds to the requirement of objective, transparent and equal treatment, hereby adopts, in accordance with the requirements of the European Union in this topics, the following Act".

[13] Point f) of Paragraph (1) of Section 1 of the Water Utility Services Act: principle of regionality: if, considering the interests of users, establishment of contiguous public water services system that covers multiple settlements is a solution more reasonable than having separate public water services systems in technical and economic terms when it comes to establishing or improving public water services, then priority should be given to the establishment of a contiguous public water services system.

[14] Compare with *J. E. Szilágyi* (2014). A magyar víziközmű szolgáltatók integrációja jogi nézőpontból. [Integration of Hungarian public water service providers from a legal point of view.] *Pro Futuro* 2014/1 pp. 146-147.

[15] According to the Water Utility Services Act, as in force on 8 October 2017.

[16] According to the Water Utility Services Act, as in force on 8 October 2017.

[17] Fővárosi Vízművek Zrt. (drinking water supply) Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. (sewer).

[18] See, for example, Szilágyi. J. E. (2014). A magyar víziközmű szolgáltatók integrációja jogi nézőpontból. [Integration of Hungarian public water service providers from a legal point of view.] Pro Futuro 2014/1 pp. 144-148.

[19] Act XXII of 2013 on the Hungarian Energy and Public Utility Regulatory (promulgated on 27 March 2013).

[20] Chapter II of the Water Utility Services Act.

[21] Section 42 of the Water Utility Services Act.

[22] Sections 30 to 36 of the Implementing Decree.

[23] According to the gazette-version of the Water Utility Services Act, the transitional measures provide that the service providers must have a user equivalent of 50,000 when submitting their application, then they had to reach the number of 100,000 by 30 December 2014, then a user equivalent of 150,000 by 31 December 2016. According to the situation of October 2017, the service providers must have a user equivalent of 150,000.

[24] According to Point 7 of Paragraph (1) of Section 2 of the Water Utility Services Act: *user equivalent*: an indicator that provides a uniform expression of the numerosity of the users using the water utility services—per water utility service sectors, considering the capacity requirements of the users—according to the formula in Annex No. 1. The calculation method of the user equivalent is in Annex No. 1 of the Water Utility Services Act.

[25] We speak of forced obligations if, in the absence of consensus, illegal damage or unjust enrichment, a *contractual situation emerges at a command of law* (e.g. obli-

gation to contract in Section 206 of the Civil Code); however, the situation where *somebody loses* a claim otherwise accorded to him/her due to a *command of law*”. György Bíró (2004). [Kötelmi jog és szerződés tan közös szabályai.] Common rules of contract law and contract studies. University Coursebook. Novotni Foundation. p. 585.

[26] For example: MEKH Decree No. 646/2015: Appointment of DAKÖV Dabas és Környéke Kft. operator of public interest for Pusztavacs

[27] Horváth M. and Péteri I. (2012). Nem folyik az többé vissza. Az Állam szerepének alakulása a víziközmű szolgáltatásban. [It does not flow back any more. The evolution of the role of the state in water utility services.] <http://old.mtaki.hu/file/download/vesz2012/vi-zikozmu.pdf>

[28] Bevezetés a Közgazdaságtanba I. Mikroökonómiai alapfogalmak [Introduction to economics I. Basic terms of microeconomics]

[29] For the details, see: J. E. Szilágyi (2014). A magyar víziközmű szolgáltatók integrációja jogi nézőpontból. [Integration of Hungarian public water service providers from a legal point of view.] Pro Futuro 2014/1 p. 162.

[30] For the details, see: Hungarian Water Utility Association (MAVÍZ)

http://www.maviz.org/system/files/kpmg-maviz_vizikozmu_agazati_helyzetkep_20150513.pdf (accessed on 8 October 2017)

[31] J. E. Szilágyi (2014). A magyar víziközmű szolgáltatók integrációja jogi nézőpontból. [Integration of Hungarian public water service providers from a legal point of view.] Pro Futuro 2014/1 p. 162.

Fórum

A Nemzetközi Öntözési és Vízrendezési Szövetség (ICID) 2018. augusztus 12-18 között rendezte meg éves világkonferenciáját. A konferencián szerzett tapasztalatokról a Debreceni Egyetem három tanára számol be.

Öntözés a prérin – Az ICID 69. Nemzetközi Konferenciája, Saskatoon, Kanada

Tamás János*, Juhász Csaba*, Nagy Attila*

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet
4032 Debrecen, Böszörményi 138.

Az indiai Delhi városában székelő Nemzetközi Öntözési és Vízrendezési Szövetség (ICID) évente megrendezi világkonferenciáját. Ebben az évben augusztus 12-18 között Saskatoon városban (Saskatchewan állam, Kanada) tartották meg az éves világkonferenciát és ugyanott az ICID 69. Nemzetközi Végrehajtó-bizottsági ülését (1. ábra).



1. ábra. Felix B. Reinders az ICID elnöke megnyitó beszédet tartja a konferencia plenáris ülésén (Fotó: Tamás J.)

Több mint 510 küldött negyvenegy országot képviselve vett részt a konferencián. A plenáris előadások foglalkoztak a *fenntartható vízgazdálkodás, a változáshoz való alkalmazkodás és az éghajlatváltozás* kapcsolatának témájával. Hat szekcióülést rendeztek a következő témakörökben: i) az öntözés szerepe a különböző társadalmi-gazdasági helyzetekben, ii) a víz- élelmiszer- energia kapcsolata, iii) az éghajlatváltozás és annak hatása a mezőgazdaságra, iv) az öntözés és a drénezés, v) a vizek újrahasznosítása, valamint vi) a vízminőség-védelem.

A Kanadai Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szövetség (AAFC) külön workshopot szervezett a mezőgazdasági üvegházhatást okozó gázok kibocsátásával és csökkentési lehetőségeivel kapcsolatban, amelynek keretében 7 kutatási témát és esettanulmányt mutattak be, melyek jövőbeli stratégiákkal foglalkoztak.

A poszter szekciók témakörei – ahol összesen 73 posztert mutattak be – a következők voltak: Határokon átnyúló öntözés és vízkészlet- gazdálkodás; Vízkészletekért folytatott verseny kezelése; Klímaváltozás hatása a mezőgazdaságra; Öntözés vízlátnyoma; Drénezés és árvízvédelem

és Intenzív öntözéstechnológiák. A poszter szekcióban kerültek bemutatásra *Az Integrált módszer az öntözhető területek lehatárolására a Tisza határokon átnyúló vízgyűjtőjén* (szerzői: a szerzők Tamás J., Fehér J. és Nagy A.), illetve a *Víz és energia takarékos precíziós öntözés: Magyar példa* (szerzői Juhász Cs., Tamás J., Riczu P., Gálya B. és Nagy A.) kutatási anyagok.

A konferenciához kapcsolódóan, a FAO által rendezett külön workshopon foglalkoztak a kisméretű farmok öntözésének hatékonysági fejlesztésével, illetve ennek hidrológia-gazdasági modellezési kérdéseivel.

Indonézia, amely 2019. szeptember 1-7 között rendezte meg a 3. *ICID World Irrigation Forumot* Balin, külön önálló szakmai estet szervezett a leendő rendezvény témaköreinek bemutatására.

Ausztrália szintén tartott bemutatót az ICID 2020. szeptember 22-28 között Sydney-ben rendezendő konferenciájáról.

A konferencia előtt és után egy több, mint 2 ezer km-es egyhetes szakmai út keretében lehetősége volt a résztvevőknek Közép-Kanada területi vízgazdálkodásával megismerkedni, amelynek főbb tanulságait az alábbiak foglaljuk össze.

A szakmai úton résztvevők keletről nyugatra haladva a kontinensnyi ország következő államait járták be: Ontario, a préri tartományok (Manitoba, Saskatchewan, Alberta) és Brit Columbia. Kanadában mindössze 28 millió ember él, akiknek közel 80% -a déli országhatár menti 300 km-es sávon belül lakik, így az ország nagy része igen gyéren lakott. Ugyanakkor ez további jelentős föld tartalékokat jelenthet a klímaváltozás során. Dél-Kanadában hosszúak és melegek nyarak, amelyek alkalmasak számos növény, így elsősorban gabonafélék termesztéséhez. Nyáron a Mexikói-öbölből érkező szelek gyakran okoznak forró időjárást a dél-ontario-i (Niagara övezet) területén és a Szent Lőrinc-folyó völgyében. Ezek a területek Kanada zöldség és gyümölcstermesztésének központjai. A zord téli hideg miatt jelentős a hidropóniás automatizált üvegházi termesztés. Meglepően nagy területeken természetesen borszőlőt, ahol a tavaszi fagyok kivédésére általános a légrétegek keverésére használt földgázhajtású szélkerekeket alkalmaznak. A borászati bemutatón megismerték a résztvevők, hogy az eredetileg rajnai német borászok segítségével miként alakult ki a speciális jégbor termesztési technológiája, ahol a fagyok utáni szürettel biztosítják a magas alkohol

fokot. Kanada ezen régiója adja a világ jégbor termelésének több mint 90%-át. A préri övezet klímája már szélsőségesebb és a csapadék viszonyok is inkább szemi-arid jellegűek, mivel az évi átlagos csapadék 250-400 mm közötti. A hegy- és dombvidéki nyugati területen ugyanakkor a csapadék éves szinten a 2500 mm-t is eléri.

Kanada vízkészletekben is nagyon gazdag, a világ felszíni édesvízkészleteinek 25% (főleg a Nagy-Tavak vidékén) itt található. A vízfogyasztás sorrendjében a geotermikus és az ipari és kereskedelem célú vízkivétel után a mezőgazdasági vízhasználat következik, elsősorban Brit Columbia, illetve Alberta és Saskatchewan préri területeinek öntözése révén. A mezőgazdaság Kanada GDP-jének mintegy 3%-át teszi ki, mintegy 300 000 gazdaságával, amelyek átlagos mérete 232 hektár, de ezek a préri területén lényegesen nagyobbak. Világgazdaságra és ezen belül a gabonapiacra gyakorolt hatása viszont igen jelentős. A mezőgazdasági jövedelem több, mint felét a búza, marha és baromfi ágazat biztosítja. A kanadai mezőgazdasági területeinek háromnegyede a préri tartományba található, ahol az éves kanadai búzatermés több mint felét maga Saskatchewan tartomány adja. Kanada 50,66 millió hektár szántóföldjéből „csak” 1,1 millió ha-t öntöznek. Leginakbővebb öntözött területű tartomány Alberta, ahol a mezőgazdasági termelés 40%-át állítják elő a szántók 4%-án. Az öntözés vízhatékonyasága itt 75%-os (*Kanadai Statisztikai Hivatal adatai alapján, <https://www.statcan.gc.ca/>*). mezőgazdasági vízkivétel 80%-át az öntözés, míg 20%-át az állattenyésztés használja fel.

Alberta és a Saskatchewan déli régiói kevesebb, mint 350 mm csapadékot kapnak évente. Az öntözés iránti igény folyamatosan nő, különösen az ott is tapasztalható egyre szélsőségesebb csapadékeloszlás következtében. A leggyakrabban használt öntözési eljárás a körforgós (centrális pivot), a lineár, illetve a gördülő szárnyvezetékes megoldás. Ezeket azonban leggyakrabban felszíni csatornákból nyert felszín alatti csővezetésekből táplálják. Az öntözéses vetéskörben a gabonafélék, az olajos magvak (canola), a takarmánynövények (siló és lucerna) és a cukorrépa dominál. A korszerű berendezések között általános a Valmont - Walley, de jelentősen terjednek a Renkie típusok. Az újabb berendezések már általánosan frekvenciaváltós szivattyúkkal vannak ellátva, és sok helyen megjelentek a precíziós öntözésre alkalmas „GPS Ready” és szórófej szinten változtatható dózisi berendezések.

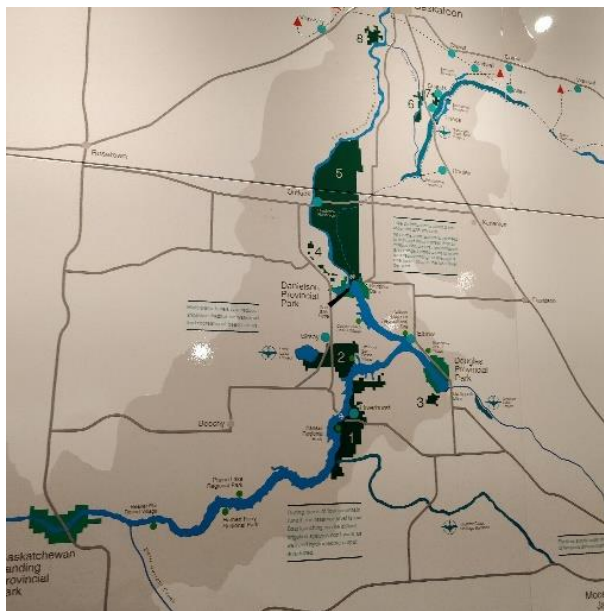
A kiélezett termelési versenyben a farmerek nagy része tér át a teljes precíziós mezőgazdasági technológiára a termésmennyiség és termésbiztonság növelése érdekében. Általános a farmerek magas szakmai tudása, amelyet jól működő, államilag szervezett szaktanácsadási rendszer tart karban. Az öntözés háromnegyede több tízezer ha-os öntözési körzetekben valósul meg, míg egyharmada farmszövetségekhez tartozik. Az öntözés 90% feletti állami támogatásban részesül. A gépesítettség színvonala és hatékonysága rendkívül magas. A szerzők által meglátogatott prérin, elterülő gabona farmokon, 2000-2500 ha-os területen mindössze 2 ember dolgozott főállásban, míg aratási időszakban további 2-3 ember idény-

munkásként. Ezt olyan vetésszerkezettel és munkaszerkezettel oldják meg, amely folyamatossá teszi a nagy teljesítményű gépek kihasználását.



2. ábra. Precíziós lineár öntözési berendezés szórófej szintű szabályozással, szója kultúrában Dél-Saskatoon (Fotó: Tamás J.)

Az öntözés mellett jelentős a vízrendezett, drénezett területek nagysága, amely 9,46 millió hektár földterület érint, főleg a keleti Ontario és Quebec tartományok területén (2,5 Mha). Ebben a két tartományban a kötött talajokon alacsony a hidraulikus vezetőképességi érték, ugyanakkor a sík területen alacsony a lefolyási intenzitás. A 900 mm/év csapadék főleg a tavaszi hóolvadás után okoz gondot. A tereprendezés után a fögyűjtőket nyílt csatornával oldják meg, míg az utolsó rendű szivókat a fagyhatár alá telepítik, gyakran kettős működést biztosítva. A70 / 100 mm-es szivókat a teljes drénezés során 200 mm-es gyűjtőkbe kötik be.



3. ábra. A Dél-Saskatchewan folyó többcélú (ivóvíz, energia, öntözés) tározási – elosztási rendszere

A vízminőség védelme tartományi hatáskör, de valamennyi tartományban szabályozott körülmények között történik a monitoring kiépítése és üzemeltetése. A másodlagos szikesedés mellett a felszíni vizek algásodása okoz gondot. Az első a gondos talaj és vízvizsgálattal, míg az utóbbit mechanikai szűréssel előzik meg. Néhány tartományban a farmer a talaj és vízvizsgálatokról „Öntözésre alkalmas” hatósági bizonyítványt kap, amely annak forgalmi értékét jelentősen növeli.

Általános az alacsonyra tervezett termésátlagok mellett alkalmazott alacsony tápanyagszintek alkalmazása. A hatalmas legelőterületeken az állatsűrűség szintén nagyon alacsony így túllegeltetés következtében a nitrát terhelésből származó bemosódás kockázat alacsony. A talajvédő direktvetések ugyan általánosak, de a nagy felületek miatti a defláció gyakran okoz szmogot a préri felett, amelynek hatását a gyakori erdőtűzek füstje csak tovább fokozza.

Nyilvánvaló, hogy Kanada adottságai és lehetőségei nem összevethetők Magyarországgal, azonban a globális mezőgazdasági piac diktálta versenyhelyzet nem tesz különbséget a termékek származása között, így nem mindegy hogy milyen tendenciákkal kell számolnunk különösen a Közös Agrárpolitika 2020 utáni átalakítását követő időszakában.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A konferencián való részvételt a Komplex vidékgazdasági és fenntarthatósági fejlesztések kutatása, szolgáltatási hálózatának kidolgozása a Kárpát-medencében c. projekt támogatta. Projekt azonosító szám: EFOP-3.6.2-16-2017-00001 és az Emberei Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett 20428-3/2018/FEKUTSTRAT azonosító számú, a Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a Debreceni Egyetem 4. tématerületi programja keretében.

A SZERZŐK



TAMÁS JÁNOS a Debreceni Egyetem, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézetének igazgatója; agrármérnök, agro-kémiai-, vízgazdálkodási és térinformatikai szakmérnök; 2007-ben kapott MTA Doktora címet. Elismerései: Az év publikációja díj, Környezetért díj, Sajó Elemér vízgazdálkodásért díj, Hatvani professzori kutatási díj, Lovagkereszt, Publikációinak száma 478, tankönyvek száma: 16. Több szakkönyvet jegyzett a precíziós mezőgazdaság, vízgazdálkodás területén. Szűkebb szakterülete a talaj és környezet állapotának modellezése térinformatikai és távérzékelési eszközökkel.

JUHÁSZ CSABA a Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Egyetemi Karán 1986-ban szerzett általános agrármérnök diplomát. 1990-ben mezőgazdasági vízgazdálkodási-, 1997-ben mérnöktanári szakmérnöki diplomákat kapott. 1999. július 01-től a Debreceni Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Intézetében dolgozik, intézetvezető-helyettes, egyetemi docensi beosztásban. 2012-től a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar oktatási dékánhelyettese. Szakfelelőse a környezetgazdálkodási agrármérnök magyar és angol nyelvű MSc. szakoknak. 2002-ben habilitált gazdálkodás és szervezés tudományágban. 2016-tól a Debreceni Egyetem MÉK Száraz Területek Koordinációs Kutató Központ (Arid Land Research Center) igazgatója. 2016-tól az Intézményközi Tankönyvkiadási Szakértő Bizottság (ITSZB) elnöke.

NAGY ATTILA a Debreceni Egyetem Mezőgazdaságtudományi Karán 2005-ben szerzett környezetgazdálkodási agrármérnök diplomát. A PhD fokozatot 2009-ben szerezte meg, majd 2016-ban habilitált. Tudományos pályája során korábban fitoremediációval foglalkozott. Jelenleg a távérzékelés és térinformatika vízgazdálkodási folyamatokban való alkalmazása, aszály okozta stresszhatások, mezőgazdasági vízgazdálkodás kritikus vízforgalmi tényezőinek értékelése területén végez kutatásokat.

Történelmi pillanatkép

Rovatvezető: Fejér László, a Magyar Hidrológiai Társaság tiszteleti tagja.

Csima Péter: Vízvezetők, árkok és víztárnák Mikoviny Sámuel selmecbányai tervein

A 18. században a selmecbányai ércbányák és ércfeldolgozó üzemek gépeit vízenergiával működtették. Az alsó-magyarországi bányavárosokhoz 1735-ben történt kinevezését követően Mikoviny Sámuel (1698-1750) egyik fő feladata volt a vizet szolgáltató tározótavak és vízvezető hálózatok tervezése és megépítése. A vízvezetők egyrészt a forrásoktól, erektől, valamint a hóból és esőből származó vizeket vitték a tározótavakhoz, másrészt a tavaktól juttatták el azt a bányákhoz és a feldolgozó üzemekhez. Az Európában egyedülálló és eredményesen működtetett létesítmény-együttes tározótavai és felszín alatti vízvezető tárnái 1993 óta a világörökségi helyszín egyenként is megnevezett tájelemei, a vízvezető árkok pedig Szlovákia kulturális emlékeként védettek (PR 2014).

FORRÁSOK

A Mikovinyhez köthető tervezés és megvalósítás eddig jórészt feltáratlan adatainak felkutatásához és összegzéséhez elsődleges forrásként Mikoviny Sámuel 1737-46 között Selmecbányán készített tervrajzait és az azokhoz tartozó jelentésekben lévő tervleírásokat elemeztem, utóbbiakat *Török* (2011) eredeti német nyelvű közlésének felhasználásával. Néhány adatot Péch Antal, a selmeci bányakerület igazgatója által az 1870-es években lefordított és rendszerezett korabeli bányaigazgatósági jegyzőkönyvek is tartalmaznak (*Péch* 1967). Fentiek kiegészítéseként felhasználtam Réz Gézának – aki előbb a Bányaművelési Tanszék vezetője, majd a Bányászati és Erdészeti Akadémia utolsó rektora volt – a tavak és a vízvezetők 20. század eleji állapotáról személyes ismeretei alapján közölt leírását és vázlatrajzát (*Réz* 1907), valamint Kovács F. Lajosnak az 1960-as években végzett terepbejárása alapján adott kéziratoss közlését és 1964-ben készített vázlatrajzát (*Kovács* 1984, 2000). Réz Géza és Kovács F. Lajos írásaiból kiderül, hogy ők nem ismerték sem a tervrajzokat, sem az azokhoz adott jelentéseket. A feldolgozott források adatai között előforduló ellentmondások, eltérések esetén Mikoviny terveit és tervleírásait tekintetem mérvadónak. A helyszínfotókat 2017-ben készítettem.

Fogalomhasználat

Mikoviny a tervein és a tervleírásokban kizárólag a vízvezető „Wasserführung” és az árkok „Graben” megnevezéseket használta, többségében megnevezte a helyet is, ahonnan az indul vagy azt, ahová eljut. A vízvezetőknek a vízváltató gerincek alatt átmenő, felszín alatti szakaszait egyszerűen „Stollen” névvel jelölte, ahhoz szintén hozzátéve a helyet, ahonnan az indul, sőt, több esetben az indulás és az érkezés helyét is. Réz Géza a források vizét és a csapadékvizet gyűjtő „vízfogó árkokat”, a tavaktól az üzemekhez és zúzókhöz menő „vízvezető árkokat” továbbá „vízvezető tárókat” különböztetett meg. Kovács F. Lajos a vízgyűjtő árkok, vízvezető árkok és víztároló kifejezéseket használta. Péch Antal 1879-ben kiadott magyar-német szótárában sem a vízvezető, sem a vízgyűjtő árkok szó nem szerepel, vízfogó árkok („Fanggraben”) és víztárna („Wassersstolln”) kifejezés viszont van. Tekintettel arra, hogy Mikoviny terveit tekintetem a kutatás elsődleges forrásának, az ő fogalomhasználatát követem, a tárna helyett azonban – Péchtől átvéve – a víztárna szót használom.

Tervek

Mikoviny Szélakna-Selmecbánya vidékére két térségi léptékű koncepcióterven, egy szélaknai, három reichauivölgyi és három korpachi terven ábrázolta és megnevezte az akkor már meglévő, a 18. század elejétől kezdve kiépített vízvezetőket, árkokat, ugyanúgy, mint az általa tervezett vízvezetőket és víztárnákat. (*Szélakna /Windschacht /Hegybánya ma Štiavnické Banské; Korpach /Gollbach /Tópatak ma Banský Studenec*). A tervezett létesítmények főbb adatait levél formájában megírt jelentésekben ismertette és indokolta. A vízvezető hálózat kialakításához – tervezéséhez, majd kitűzéséhez és megépítéséhez – Mikoviny együtt hasznosította a táji, azok között főként a domborzati és a vízrajzi adottságokat felismerő képességét és a földmérő tapasztalatait.

VÍZVEZETŐK A SZÉLAKNAI TÓTÉRKÉPEN (ŠBA1 - Selmecbányai Bányászati Levéltár)

A négy meglévő és a hét tervezett tározótavat ábrázoló Tótérképre – ami csak nevében térkép, valójában egy tájfejlesztési koncepcióterv – felkerült az akkor már meglévő, a szélaknai tavakhoz menő Szitnyai-felső-árkok és a Szitnyai-alsó-árkok. Azokat nem Mikoviny tervezte, és nem is ő építette. Jelentésében viszont leírta, hogy mivel „megbízást kapott a Szitnya körüli árkok felülvizsgálatára”, nyolc napot töltött el azok bejárásával (*Török* 2011). Ugyancsak szerepel a Tótérképen a Fő-árkok, amely a Felső-nagy-tó (ma Nagy-tó) és a Középső-tó (ma Evicska) között indult és Sigelsbergen keresztül vezetett a szélaknai bányákhoz. Három, szintén meglévő árokra írta, hogy „üzemekhez vezető árkok”, az egyik az egy évvel korábban elkészült St. Pachomi-tótól (ma Bakomi-tó) a Sigelsbergi-aknához, a másik a Felső-Nagy-tótól a Lipót-aknához, a harmadik a Középső-tótól a Magdaléna-bányához vezetett, majd ezektől az üzemektől tovább vitte a vizet a szélaknai zúzókhöz. A St. Pachomi tóhoz vezet északi irányból a Krexengrunder-árkok.

A Tótérképen két tervezett árok van „künstige Graben” névvel a Szélaknai-völgyben, mindkettő tervezett új tótól indul. Az egyik a magas bakok („hohe Böcke”) melletti tótól vezet a Kórház (Spitaler) akna felé és onnan megy

tovább Selmecbánya irányába. A másik a magas bakok alatti tótól indul steplitzhofi (ma Štefultov) zúzók irányába. Mivel a két tó végül nem épült meg, ezek a vízvezetők nem valósultak meg. Az eredeti Tóterkép a tervezett *Reichau-víztárnának* két nyomvonal változatát, a melléktérképként rajzolt metszet közülük a rövidebbet ábrázolja. Az utólag fedvényként a térképre ragasztott alaprajzi részleten már csak a hosszabbik nyomvonal látható, a mellékábrára is annak a metszete került. A víztárnának a Garam folyó vízgyűjtőjén lévő Reichau-völgyből az Ipoly vízgyűjtőjéhez tartozó Selmeci-patak vízben szegényebb forrásvidékén lévő Szélaknai-völgybe kellett a vizet átjuttatnia. A reichai Felső-tóhoz vizet szállító két tervezett víztárna is szerepel a rajzon. A Felső-tóhoz vizet szállító két tervezett *víztárna* is szerepel a rajzon. Azok a Garam folyó vízgyűjtőjén felfogott forrás- és csapadékvizeket először átjuttatták a Reichau-völgyben megépített tavakhoz, azoktól pedig a harmadik víztárna átvitte azt Szélaknára. A vízvásztó túlsó oldalán azonban ekkor még csak a *Hodrusi-felső-vízvezető* nyomvonala látható, annak a vize felszíni árokban jutott át a lejtős gerincen a Felső-tavat tápláló patakba. A St. Pachomi-tó mellől Reichaura átmenő tervezett víztárna *Felső-tárna* nevet kapott a rajzon.

A vízhasznosítási koncepcióterven (ŠBA2 é.n. - Selmecbányai Bányászati Levéltár)

A tervlapon nincs évszám, a jegyzőkönyvek adata alapján azonban valószínű, hogy 1743-ban készült. Bár ezen a rajzon a Reichau-völgyet nem ábrázolta, a terv címe szerint az abban lévő javaslatok elsődleges célja az onnan jövő víz hasznosítása volt. A Kórház (Spitaler) aknától, a korábbi Fő-árok folytatásaként indul a tervezett „*Neue Wasserführung*” azaz új vízvezető. Nyomvonala kezdetben a hegyoldalban kanyarog a Selmec-Szélakna közötti, szintén Mikoviny által tervezett és 1738-ban irányításával épített út alatt, attól mintegy 150-200 méterre, majd egy kb. 300 méter hosszú víztárna köti össze Pacherstollen bányaüzemeivel (György-akna és András-akna). Az András-aknától a város mellett, a Szentháromság-völgyben folytatódik a Selmeci-patak völgyéig. A patakhoz történő csatlakozásáig 22 új érczúót tervezett Mikoviny, a rajzon egyenként megszámozva azokat (1. ábra).



1. ábra. Vízhasznosítási koncepcióterv (részlet)
(vízvezető nyomvonalterve és új zúzóművek Selmecbánya mellett)

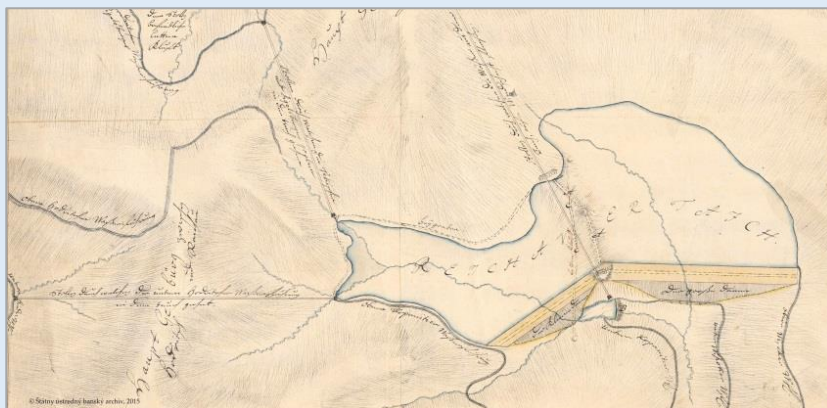
A *stefultói vízvezetőt* felrajzolta, de nem nevezte meg, az bizonyára korábban épült, és a szélaknai tavak vizét hasznosítva, korábban is örlők, érczúzók és egy ólomkohó működtek mellette. A reichai tavakból származó nagyobb vízmennyiségre számítva, Mikoviny nyolc új zúzót javasolt elhelyezni a völgyben. További új zúzókat tervezett a Selmeci-patak mellett korábban kiépített, az Alsó-kaputól Szentantal felé menő *Selmec-völgyi vízvezetőre* is, utóbbihoz sem írt megnevezést. Berajzolta a szintén a Garam vízgyűjtőről átjövő korpachi vízvezetőnek a vízvásztó utáni kb. 600 méter hosszú, 67 méter esésű végső szakaszát is (Kovács 1984). Az ahhoz jelölt zúzóművekről, felirat hiányában, csak a színezésük alapján sejthető, hogy a meglévő üzemek mellé ott is tervezett nyolc új zúzót.

VÍZVEZETŐK A REICHAUI-VÖLGYI TERVEKEN

Mikoviny két-tavas első javaslatától eltérően, az Udvari Kamara döntése alapján, 1739-40-ben egy nagy vízfelülettel épült Reichaui-tó „megvalósítási tervén” (ŠBA3 é.n. - Selmecbányai Bányászati Levéltár) a tervezett *Irtványosi-alsó és Vízokai-alsó* vízvezetők közvetlenül a gátak kifolyóihoz mentek, onnan a gátak aljában lévő rövid árkokon keresztül jutottak a *Reichaui-víztárnába*. Az *Irtványosi-felső* és a *Vízokai-felső* vízvezetőket a terven a gátak szélső pontjaihoz vezette, majd onnan tovább vitte, valószínűleg hordalékfogó céllal. A tóparton megjelölte közös bevezetésük helyét. 1740 áprilisában írt jelentésében (JI) arról számolt be, hogy 1000 ember dolgozik az épülő tóhoz délről és délnyugatról vizet szállító árkok építésén, amelyekből tavasszal 6000 öl már elkészült. A *Gyökési-árok* és a szélaknai Nagy-tó melletti név nélküli árok korábban épült, funkciójuk a tervlapról nem derül ki.

Az 1743-ban a tó sérülését követően készített, a szivárgás elhárítására megoldási javaslatokat is tartalmazó „állapotvizsgálat” (ŠBA5) mutatja be a legteljesebben a Reichaui-völgyi tavakkal összefüggő vízvezető hálózatot. Ekkor az *Irtványosi-alsó* és a *Vízokai-alsó* vízvezetőket a gátak alatt az eredeti patakmederben kialakított szivárgóvíz-gyűjtő tavacskához vezette. Az *Irtványosi-felső* vízvezető a Felső-tó nyugati oldalán csatlakozott a *Hodrusból jövő víztárna* kifolyójához. A tervlap nem ábrázolja a 869 méter magas Spitzberg déli és nyugati oldalán körbemenő – Kovács F. Lajos által leírt – vízvetőt, de biztos, hogy addigra, Mikoviny terve alapján és irányításával az is kiépült. Először látható lerajzolva a *Hodrusi-alsó* vízvezető egy rövid szakasza, amelytől 250 öl hosszú *víztárna*

épült a Felső-tóhoz (2. ábra). Kiépült a Gyökési-árok 200 öles meghosszabbítása és az új Sigelsbergi-árok vizét a Felső-tóhoz juttató víztárna is. A három víztárna már 1741-ben kész volt (Péchy 1976 2. kötet: 395-396). A Hordusi-felső-vízvezetőnek korábban a Spitzberg felé tervezett szakasza ekkor már nem került a tervlapra. A Felső-tó északi partja mellett, szaggatott vonallal, tervezettként rajzolta be a „mellékárkot”, aminek az volt a feladata, hogy a víztárnákban Hodrus felől érkező vizet egyből az Alsó-tóba vezesse.

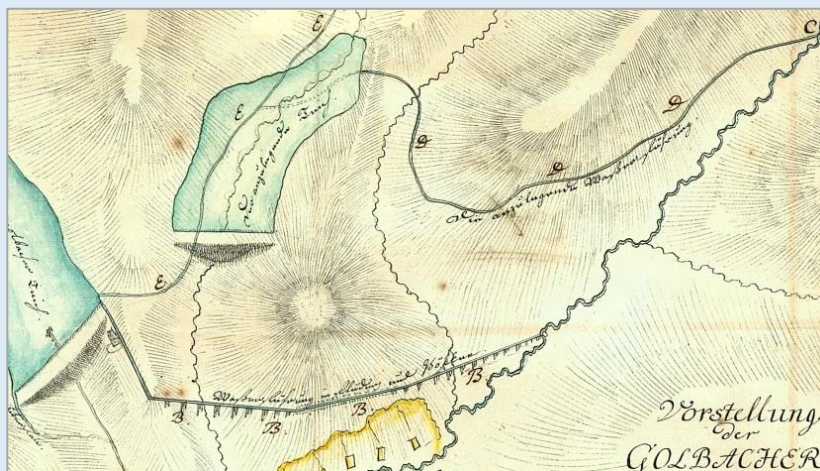


2. ábra. A Reichaui tavak állapotvizsgálata (részlet)
(a Reichaui-völgyi tavakhoz tervezett vízvezető árok és víztárna)

A tó 1746. évi átépítését bemutató, „terv és metszetek” című tervlapon (ŠBA6) már készként látható a Felső-tavat körbevevő árok, és nagy pontossággal felkerült rá a három víztárna is. Szerepel rajta az Irtványosi-felső és mindkét vizsokai vízvezető, nincs viszont már a lapon az Irtványosi-alsó vízvezető. Lehetséges, hogy azt addigra megszüntették, csökkentve ezzel a tó sérülését követően kialakított szivárgóvíz-gyűjtő tavacska terhelését.

A magas bakok melletti tó tervén (ÖStA1) két meglévő és egy tervezett vízvezető látható. A meglévők közül az egyik egy kútházass forrásfoglalástól indul és a felirata szerint a tűzgép telep felé megy, a másik a Felső-vízvezető nevet kapta. A tervezett tó gátjának déli végétől indul egy tervezett vízvezető a steplitzhofi (ma Štefultov) zúzók felé.

A Kolpachi új tó 1738-ban készített tervére (ÖStA2) két meglévő és egy tervezett vízvezetőt rajzolt Mikoviny Wasser-führung névvel (3. ábra). A falun átvezető patakából (Golbacher Bach, ma Jasenyica-patak) a falu fölött kiinduló vízvezető ment akkor a meglévő tóhoz, közvetlenül a gát mögé. Erről, az állványokon, hídon és csatornában menő vízvezetőről azt írta a jelentésben, hogy feleslegesen nagy és a fenntartása költséges (J2). Ezért Mikoviny a tervezett új tóhoz a jelenlegi kivezetéstől magasabban fekvő, attól kb. 600 méterrel távolabb lévő pontról javasolta új vízvezető árok indítását, ami a domboldalba természetes eséssel juthat a tervezett tóhoz, vagy csatlakozhat egy korábban, másik irányból a meglévő tóhoz kiépített másik árokhoz. Egyidejűleg a régi, kifogásolt vízvezető megszüntetését javasolta. Az új tó építését azonban pénzühiányra hivatkozva nem hagyták jóvá, így a tervezett új vízvezető sem épült meg. A régi tó gátjának sérülését követően 1746-ban készített, hat tó-változatot tartalmazó „Környékterv”-ből (ÖStA3) kiderül, hogy a régi vízvezetőt végül is nem szüntették meg, de – feltehetően Mikoviny irányításával – annak a magas vezetősű szakaszait felszámolták és nyomvonalát a terepre helyezve átépítették.



3. ábra. Kolpachi új tó terve (részlet)
(egy tervezett, egy elkészült és egy elbontani javasolt vízvezető a tervlapon)

EGYÉB TERVEK

A Hodrusi-alsó-tó tervének leírásában (J3) úgy véli, hogy ahhoz egyáltalán nem szükséges vízvezető, mert a bő hozamú patakokból elég vizet kap. A tervlapon mégis láthatunk egy árkot végig a tó északi, meredek partja mellett,

amit feltehetően hordalékfogó mellékároként javasolt kialakítani. A Rozgrundi-tó tervén egyáltalán nem rajzolt vízvezetőt. A jelentésben viszont azt írta, hogy amennyiben 9 öl magas vizet szeretnének tározni, akkor a tóhoz két oldalról ki kell építeni a vízvezetőket, összesen 2500 öl hosszan (J4). A tótól az eredeti patakmederben jutott el a víz a vihnyi bányaüzemekhez. A Bacsófalvi-tározótó helyének kiválasztásában és felmérésében Mikovinynek is szerepe volt, annak és az attól induló vízvezetőknek a tervét azonban már nem ő készítette.

ÖSSZEGZÉS

Réz Géza 1907-ben kifejtette, hogy a szélaknai-selmecbányai tavak vízfogó árcai annyira átnyúlnak egymás területére, a tavak egymással és az árkok hálózatával olyan szoros összefüggésben vannak, hogy azok elkülönítve nem tárgyalhatók, vízgyűjtő területük elkülönítve nem állapítható meg. Ebből a helyzetből következően ma már a tervek és a jelentések ismeretében is nehezen határozható meg egészen pontosan az, hogy a 18. században épült, és jelentős részében ma is meglévő árkokból mikor mennyi készült el. A meglévő vízvezetőkre mutatunk be példaként három vízvezető árokszakaszt és egy tárnaszáját a 4., 5. 6. és 7. ábrán. A tervek és a vízvezetők építésére vonatkozó néhány írásos adat alapján egyértelmű, hogy – a többségében Szlovákia egyedileg is védett kulturális emlékeként nyilvántartott – vízvezető árkok és víztárnák kialakításában meghatározó szerepe volt Mikoviny Sámuelnek.



4. ábra. Vízvezető árok a Reichai-Felső-tó mellett



5. ábra. Vízvezető átfolyója az Alsó tóhoz a Reichai keresztöltés alatt



6. ábra. A Reichai-víztárna szájnyílása



7. ábra. Vízvezető a Kolpachi-tóhoz

IRODALOM ÉS KÉZIRATOS TERVEK

Kovács F. Lajos (1984). A Selmec-Körmöci Érchegység bányavíz-gazdálkodása. *Történelmi Szemle*. 27. pp. 644-652.

Kovács F. Lajos (2000). *Körmöcbányától Telkibányáig*. A Selmec-körmöci Érchegység bányászati-kohászati emlékeinek topográfiája. Miskolci Egy. Könyvtár. Levéltári Múzeum – Érc- és Ásványbányászati Múzeum, Miskolc-Rudabánya.

Péchy Antal (1879). *Magyar és német bányászati szótár*. I-II. rész. Selmeczen.

Péchy Antal (1967). *Alsó-Magyarország bányamívelésének története*. III.1-3. Sajtó alá rendezte Kosáry Domokos. Budapest.

Réz Géza (1907). A selmeczi bányavidék vízerő gazdálkodásának története. *Bányászati és Kohászati Lapok* 40. évf. II. kötet, 18.sz. pp. 321-340.

Török Enikő (2011). *Mikoviny Sámuel*. Budapest. Magyar Elektronikus Könyvtár.
<http://mek.oszk.hu/09500/09518/>

PR. Pamiatková rezervácia Štiavnické Bane. Krajský Pamiatkový Úrad Banská Bystrica. 2014.

ŠBA1. *Windschachter Teich Carte*. 1738, ŠBA HKG 562-2

ŠBA2. *Eigentlicher Entwurff des in dem Reichauer-Grund bey Schemnitz, von Einer Hochlöblich. Kays. Hof-Camer A. 1738. resolvirten, und 1739. angelegten, großen Wasser-Taiches und Stollens*. 1739, ŠBA HKG VI. 567

ŠBA3. *Eigentliche Lage Aller von dem Raichauer-Teichwasser gangbahre...* é.n. ŠBA HKG 586

ŠBA4. *Wahre Laage des Raichauer Taiches*. 1743, ŠBA HKG VI. 568

ŠBA5. *Plan und Profile des zu Schemnitz a.1740 erbauten raichauer WasserTeiches*. 1746, ŠBA HKG 570

ÖStA1. *Osztrák Állami Levéltár (1737). Grundt Rieß des zu Schemnitz bey denen Hohen Böcken anzulegenden Neuen Wasser Teiches*. 1737, ÖStA F 503

ÖStA2. *Vorstellung der GOLBACHER so wohl stehenden als anzulegenden TEICHEN und Wasser-führungen*. 1738, ÖStA F 504

ÖStA3. *PLAN Der Golbacher Gegend, in welchen die vornehmsten, zum grossen Wasser Teuchen taugliche Laagen und Gelegenheiten vorgestellt werden*. 1746, ÖStA Pa072

IRATOK

J1. ŠBA HKG Ord. 1740. ápr. 12. No. 187. közli Török 2011 248-255. oldal

J2. ÖStA HKA MBWU 1738. aug. 16. r. Nr. 92/2. 958 960. fol. közli Török 2011:230-231.

J3. ÖStA HKA MBWU 1745. okt. 19. r. Nr. 111. fol. 959 közli Török 2011

J4. ŠBA HKG B 286. 1744. máj. 14. közli Török 2011 287-290. oldal

ÖStA. Osztrák Állami Levéltár.

A SZERZŐ



CSIMA PÉTER (1948) tájépítész mérnök, egyetemi tanár. A mezőgazdasági tudomány kandidátusa (1983), a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen dr. habil., a Budapesti Műszaki Egyetemen „városépítés-regionális szaktudományból” műszaki doktori címet szerzett. A Tájépítészeti Kar Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszékének alapító tanszékvezetője (1992), 2014 óta nyugdíjas. Fő oktatási és kutatási szakterülete: tájvédelem, tájrehabilitáció, települési és térségi tájtervezés. Publikációs tevékenysége 162 cikket, tanulmányt, egyetemi jegyzetet, valamint 18 díjnyertes tervpályázatot foglal magába. Tervezői jogosultsággal rendelkezik területrendezés, táj- és kertépítész, valamint tájrendezés és zöldfelület-rendezés szakterületen, tájvédelmi szakértő. Tagja a Magyar Építész Kamarának, a Magyar Urbanisztikai Társaságnak, a Magyar Tájépítészek Szövetségének, a Magyar Természettudományi Társulatnak és az ICOMOS Magyar Nemzeti Bizottságának. Szakmai munkásságát – többek között – a Magyar Érdemrend lovagkeresztje kitüntetéssel ismerték el.

Nekrológ



2018. november 6-án, életének 91. évében elhunyt dr. Juhász József okl. mérnök, a műszaki tudomány doktora, Professor Emeritus, a Miskolci Egyetem tiszteletbeli (hc. Dr) doktora, az MHT egykori elnöke, tiszteleti tagja.

Okl. mérnök (BME 1950), kandidátus (MTA 1957), műszaki doktor (BME 1960), a geológia doktora (ELTE 1976), a műszaki tudomány doktora (MTA 1976), egyetemi tanár (NME 1976), Professor Emeritus (1998).

Mérnöki szolgálatát a Közlekedési és Postaügyi Minisztériumban (KPM) kezdte 1950-ben, majd 1951-től a Vízérőmű Tervező Iroda (később VIZITERV), 1956-tól az Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat (FTV) tervezője, szakosztályvezetője. 1963-tól rövid ideig a VITUKI, majd a VIZITERV osztályvezetője, főtechnológusa. 1967-től 1976-ig az OVH-VIKÖZ főtechnológusa.

1951–1954 között a Műegyetem gyakorlatvezetője. 1957-től oktatott rendszeresen Miskolcon, kezdetben, mint meghívott előadó, majd részfoglalkozású oktató, 1966-tól docens, majd 1976-tól 1998-ig, mint az egyetem Bányamérnöki Karának egyetemi tanára, egyik meghatározó oktatója, professzora, a Földtan-Teleptani Tanszék tanszékvezetője, intézetigazgatója. Még Sopronban kezdte meg a bányász hallgatók oktatását a hidrogeológia és a mérnökgeológia tudományterületeken. Kezdeményezője volt a hidrogeológus képzés és a környezetmérnök képzés indításának előbb posztgraduális, utóbb graduális keretek között is. A felsőfokú oktatásba bevezette a geológus mérnök, a hidrogeológus mérnök, a hidrogeológus szakmérnök képzést. Oktatóként, tudósként mérnökgenerációkat oktatott, nevelt, mindig kiemelve az elméleti tudás és a gyakorlati alkalmazások szoros egységét, példát mutatva tanítványainak, munkatársainak egyaránt.

Szakmai munkásságának, kutatásainak főbb területei: hazai törpevízművek, tiszai és dunai vízerőművek előmunkálatai, kerettervezés, vízföldtan, hidrogeológiai vizsgálatok, felszín alatti vízkészletek számítása, felszín alatti áramlástan, nagy műtárgyak, főleg vízépítési műtárgyak mérnökgeológiája. A felszín alatti vízkészlet védelmében kidolgozta a „védőidom” fogalmát, a meghatározás rendszerét és módszerét. Környezetvédelmi, hulladék-elhelyezési kérdésekkel a gyakorlatban is foglalkozott.

Több könyve (részben társszerzőként), egyetemi jegyzete és mintegy 100 szakcikke jelent meg. 1957–1982 között számos akadémiai bizottság munkájában vett részt, több hazai szakmai tudományos egyesület tagja, választott tisztségviselője.

Munkásságát számos szakmai és oktatási kitüntetéssel ismerték el, többek között birtokosa a Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium

Dr. Juhász József

Budapest, 1927. XI. 27. - Budapest, 2018. XI. 6.

(KHVM) által adományozott Vásárhelyi Pál díjának (1996), az MTESZ-díjnak (1996), az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) Sóltz Vilmos emlékérmének (2002), a Szentgyörgyi Albert-díjnak (2003). A Magyar Mérnöki Kamara örökös tagja (2003), valamint a Magyarhoni Földtani Társulat tiszteleti tagja (2006).

Utolsó éves egyetemi hallgatóként 1949-ben lépett be az akkor önállóvá vált Magyar Hidrológiai Társaságba. Mosonyi Emil elnöki működése idején (1951-1956) a Társaság titkára, majd az akkor megalakított Tudományos Bizottság elnöke volt. Ebben az időben a központi szakosztályok mellett sorra alakultak a területi szervezetek is. Közreműködött – többek között – a szegedi, a soproni, a pécsi, a székesfehérvári, miskolci területi szervezet megalakításában. Javaslatára rendszeresítette a Társaság az évenkénti vándorgyűléseket. Többször viselt különböző további tisztségeket (Tudományos Bizottság elnöke, Oktatási Bizottság titkára, 1974-1990 között, Illés György és Bencsik Béla elnöksége alatt alelnöki megbízatást látott el). 1990-ben a Társaságunk elnökének választották, mely tisztséget két cikluson át, 1996-ig töltötte be. Mint a szerkesztőbizottság tagja éveken át részt vett a Hidrológiai Közlöny és a Hidrológiai Tájékoztató szaklapok szerkesztési munkáiban.

Nevéhez fűződik az MHT emblémájának megalkotása, az a javaslat, hogy a Társaság jelvénye egy tavirózsa legyen. Köré illett a Lászlóffy Woldemár által korábban ajánlott Pro Aqua felirat. Kezdeményezője volt annak, hogy elkészült a Társaság zászlaja, amelyet az ünnepi rendezvényeken ma is használunk. Még alelnökként volt kezdeményezője annak, hogy az MHT maradandó emléket állítson a Társaság, illetve a vízügy nagyjainak. Így készült el 1986-ban Papp Ferenc professzor, 1987-ben pedig Vitális Sándor professzor, egykori elnökeink mellszobra, majd 1988-ban Sajó Elemér mellszobra.

Elnöki időszaka alatt a Társaság rendezvényein három alkalommal is részt vett és szólalt fel a Magyar Köztársaság elnöke, Göncz Árpád (1990. október 16-án, az éves közgyűlésen, 1992. szeptember 7-én, a szegedi vándorgyűlésen, majd 1996. július 27-én, Tiszadobon, a Tisza-szabályozás megkezdésének 150. évfordulójának ünnepségén).

Az MHT által adományozott kitüntetései: Vásárhelyi Pál emléklap (1952), Zsigmondy Vilmos emléklap (1962), Bogdánfy Ödön emlékérem (1971), Vásárhelyi Pál-díj (1977) Tiszteleti tag (2002). „A fővárosi hévízkészlet és célszerű hasznosítása” c. cikke (Hidrológiai Közlöny, 1984) elnyerte a Társaság Vitális Sándor szakirodalmi Nívódíját (1987).

Emlékét kegyelettel megőrizzük!

Dr. Szilávik Lajos
a Magyar Hidrológiai Társaság elnöke

Nekrológ



2018. november 3-án, életének 89. évében, hosszan tartó súlyos betegség után elhunyt dr. Vágas István okl. mérnök, a műszaki tudomány doktora, c. egyetemi tanár, az MHT tiszteleti tagja, 57 éven át a Hidrológiai Közlöny szerkesztője, illetve főszerkesztője.

1930. június 4-én született Losoncon, a rajztanár-festőművész, Vágas Mátyás és Scherer Erzsébet második fiaként. A családi körében pezsgő irodalmi, kulturális élet folyt. Anyai nagyapja, Scherer Lajos a losonci gimnázium tanára volt, aki fiataloknak szóló lapot szerkesztett és adott ki. Vágas István példaképe nagyapja lett, akivel oly szép kirándulásokat tett a környékbeli Tugár patak partjára. Hamar kitűnt – ellenpontozva apró termete miatti visszahúzódtását – rendkívüli emlékezőtehetsége, sokirányú érdeklődése.

Vágas István családját 1945. augusztus 11-én Losoncról kitelepítették Magyarországra. Szegedre kerültek, a középiskolát a mai Radnóti Gimnáziumban fejezte be. Matematikából és fizikából messze kimagaslott osztálytársai közül, ezért 1948-ban tanulmányait a műegyetem mérnöki karán folytatta.

A műegyetemen a vizsgákon remekelt. A matematika szigorlaton fölfigyelt rá Németh Endre professzor, az I. sz. vízépítési tanszék vezetője, aki 1952-ben meghívta őt a tanszékre tanársegédnek. Feladatait nemcsak a gyakorlatok és a rajztermi feladatok jelentették, hanem a vízépítési laboratóriumban végzett kísérletek végrehajtása is.

1954-ben a VIZITERV, 1955-től 1965-ig a VITUKI mérnöke. 1966-tól 1992-ig (nyugdíjba vonulásáig) a szegedi VIZIG osztályvezetője, főosztályvezetője, tudományos főmunkatársa. A vízügyi igazgatósághoz fűződő kapcsolata nyugdíjazása után sem szakadt meg. 15 tiszai és dunai árvízvédekezésben vett részt.

A csökkenő öntözés lehetőségeinek kutatását a VITUKI-ban öt éven át végezte. Számára ez a munka, ill. ennek tudományos feldolgozása hozta meg az egyetemi doktori, ill. kandidátusi fokozatot. „*A talajvízből való öntözés egyes hidrológiai és hidraulikai feltételei*” című, 1966-ban megvédett kandidátusi disszertációjának az volt az érdekessége, hogy a kútelméletbe belevitte a Bolyai geometriát, pontosabban a nem euklideszi geometria szemléletét, tehát tulajdonképpen a kútelmélet volt az, amely példákat nyújtott a nem euklideszi geometria megjelenésére és alkalmazására. Később az MTA doktora (1979), c. egyetemi tanár (1989) lett.

Főbb munka- és kutatási területei: árvíz-, belvíz- és talajvízi hidrológia, csökkenő-öntözés, ülepítés-technikai hidraulika, kisesésű folyók vízszíneinek természetes duzzasztása és süllyesztése, a matematikai analízis- és valószínűség-elmélet, az entrópia-elmélet eredményeire építő hidraulika.

Dr. Vágas István

Losonc, 1930. VI. 4. - Szeged, 2018. XI. 3.

Szakirodalmi munkásságából kiemelkedik a „*Hidrológiai statisztika*” (1974) c. egyetemi jegyzete, a „*Tisza árvizei*” c. könyv (1982), „*Az exponenciális egyenletű vonalak nem euklideszi tulajdonságainak műszaki értelmezése*”, valamint a társszerzőkkel írott „*A veritékes honfoglalás*” (1996) c., a Tisza szabályozásának történetéről szóló kiadvány. 2016-ban napvilágot látott az 1982-ben megjelent tanulmánykötet – több mint három évtized tapasztalatainak figyelembevételével – korszerűsített, kibővített, dr. Bezdán Mária társszerzővel írott változata, „*A Tisza és árvizei*” (2016).

1954-től több mint 160 publikációja látott napvilágot, nemcsak a vízügyi szaklapokban (Vízügyi Közlemények, Hidrológiai Közlöny, Hidrológiai Tájékoztató), hanem gyakran napilapokban, tudományos hetilapok hasábjain.

1959–1989 között a Hidrológiai Közlöny rovat szerkesztője, 1989-től 2016-ig főszerkesztője. De már korábban feladata volt, hogy beszámoljon a MHT rendezvényeiről, vagy néhány soros hírt adjon azokról. Ilyenkor csak a V.I. monogram árulkodott arról, hogy Vágas István a szorgalmas krónikás. A vízügy, a vízgazdálkodás történetének alapos ismerőjeként kiadványok lektora, számos szakkikk írója volt. Mint a Hidrológiai Közlöny szerkesztőjének, neki jutott az a feladat, hogy szakmánk számos nagy alakjának nekrológiát elkészítse, amiben nemcsak az írásos dokumentumokra hagyatkozott, hanem személyes élményeinek adatait is megosztotta olvasóival. Amikor vitába keveredett egy-egy kollégájával, vagy hivatali főnökével, akkor – mint független gondolkodó vette elő érveit, s attól semmilyen hatalmi szóval, tekintély-elvű érveléssel nem, csak a tudomány alapján álló tényekkel lehetett meggyőzni.

Több akadémiai bizottság tagja, elnöke volt. A „Szegedért Alapítvány” kitüntetőtette, az MHT Hidraulikai és Műszaki Hidrológiai Szakosztályának több cikluson át vezetőségi tagja, a Szegedi Területi Szervezet alelnöke, vezetőségi tagja. Összességében elmondható, hogy a MHT elmúlt hat évtizedének „mindenese” volt. Kevesek életpályája forrt össze annyira a Társaság történetével, mint az övé. A budapesti műegyetem, a bajai főiskola vizsgabizottságainak gyakori tagja, időnként elnöke, diplomatervek konzulense. 2016-ban megkapta a Műegyetem „Doktori Aranydiplomá”-ját. A Magyar Mérnöki Kamara tiszteleti tagja.

Az MHT által adományozott kitüntetései: Vásárhelyi Pál emléklap (1958), Kvassay Jenő emléklap (1971), Bogdánfy Ödön emlékérem (1978), Schafarzik Ferenc emlékérem (1991), Kvassay Jenő díj (1994), Tiszteleti tag (2000).

Emlékét kegyelettel megőrizzük!

Dr. Kozák Péter
MHT Szegedi
Területi Szervezet
elnöke

Fejér László
MHT Vízügyi
Történelmi Bizottság
elnöke

Dr. Szilávik Lajos
az MHT elnöke